Lei 2,75

*Colecția*

**RADIO ȘI TELEVIZIUNE**

[illegible]




THEODOR COJOCARU




# LIPITURI ÎN APARATURA ELECTRONICĂ


EDITURA TEHNICĂ

Ing. THEODOR COJOCARU

# LIPITURI ÎN APARATURA ELECTRONICĂ



EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI–1964

Broşura conţine principiile de bază ale lipirii, aliaje şi fondanţi utilizaţi în procesul lipirii. Se dau indicaţii de pregătire a pieselor pentru lipire, se descriu utilaje şi dispozitive folosite în procesul lipirii, precum şi metode de lipire. Se prezintă metode de lipire şi adaptări constructive de montaje cu circuite imprimate, operaţii executate de către reparatorii de aparatură electronică şi de către radioamatori. Se are în vedere controlul calităţii lipiturilor şi tehnica securităţii muncii în procesul lipirii.

Broşura se adresează muncitorilor şi tehnicienilor care lucrează în procesul de fabricare, reparare şi întreţinere a aparaturii electronice, precum şi masei largi de radioamatori.

# I. BAZELE TEORETICE ALE LIPIRII

Prin operaţia de lipire — în sensul lucrării de faţă — se înţelege îmbinarea de piese metalice (numite metale de bază) între ele, la cald, cu ajutorul unui metal de adaos (numit aliaj de lipit) în stare topită, avînd temperatura de topire inferioară aceleia a pieselor de lipit care se umezesc dar nu participă prin topire la formarea îmbinării.

Îmbinarea între elementele metalice se poate face şi prin sudură; în timp ce la sudură, însă, are loc procesul de topire a metalelor de bază, lipirea se face numai prin încălzirea acestora.

## 1. Interacţiunea dintre aliajul de lipit şi metalul de bază

În timpul lipirii se petrec o serie de procese fizico-chimice complexe şi variate la suprafaţa de contact a fazei lichide a aliajului de lipit şi a metalelor de bază.

În zona de lipire este necesar să se realizeze încălzirea la o temperatură care să asigure topirea aliajului de lipit şi curgerea acestuia în spaţiul liber dintre suprafeţele metalelor ce urmează a fi lipite.

O dată cu aceasta se încălzesc şi straturile superficiale ale metalelor de bază.

Atomii din reţeaua cristalină a aliajului topit, care prin încălzire capătă energii mari, intră în contact nemijlocit cu atomii metalelor de bază. Astfel, în interiorul reţelelor cristaline au loc schimbări datorită solubilităţii reciproce între aliajul topit şi metalul pieselor de bază. Se petrece ceea ce în tehnica lipirii se numeşte umezirea (udarea) metalelor de bază de către aliajul de lipit în stare topită.

Se ştie că energia superficială (cea concentrată la suprafaţa metalului şi raportată la unitatea de suprafaţă), în stare potenţială, este mai mare decît energia atomilor din straturile interioare.

Cînd forţele de atracţie dintre atomii metalului de bază şi cei ai aliajului de lipit vor întrece forţele de atracţie dintre atomii proprii ai acestuia din urmă, se produce umezirea cu degajare de căldură, deci are loc un schimb de energie liberă a sistemului, şi anume o micşorare a acestei energii.

Tensiunile superficiale de la suprafaţa de separaţie între metalul solid şi cel lichid trebuie să fie cît mai mici, pentru a avea o umezire bună.

Pentru ca forţa de atracţie dintre atomii aliajului topit şi cei ai metalului de bază să fie maximă, este necesar ca în procesul de lipire suprafeţele metalelor să fie protejate de oxidarea intensă datorită încălzirii. Pentru aceasta, locul lipirii se acoperă cu un flux decapant care formează o barieră lichidă şi gazoasă între piesele ce se lipesc şi aerul ambiant şi care totodată dizolvă straturile peliculare de oxizi, favorizînd curgerea aliajului topit în interstiţiile dintre piese. Umplerea interstiţiilor depinde de gradul de umezire a metalelor de bază de către aliajul de lipit, de proprietăţile capilare ale acestuia din urmă şi de starea suprafeţelor celor dintîi.

Pentru o bună umplere a interstiţiilor, aliajul trebuie să se întindă bine pe suprafaţa metalelor de bază; întinderea aliajului depinde în mică măsură de forţa de gravitaţie (ce tinde să reducă înălţimea picăturii de lichid), în mai mare măsură de existenţa unei pelicule rezistente de oxizi ce se formează la suprafaţa topiturii şi în special de raportul între valoarea tensiunilor superficiale de la suprafaţa corpurilor în contact.

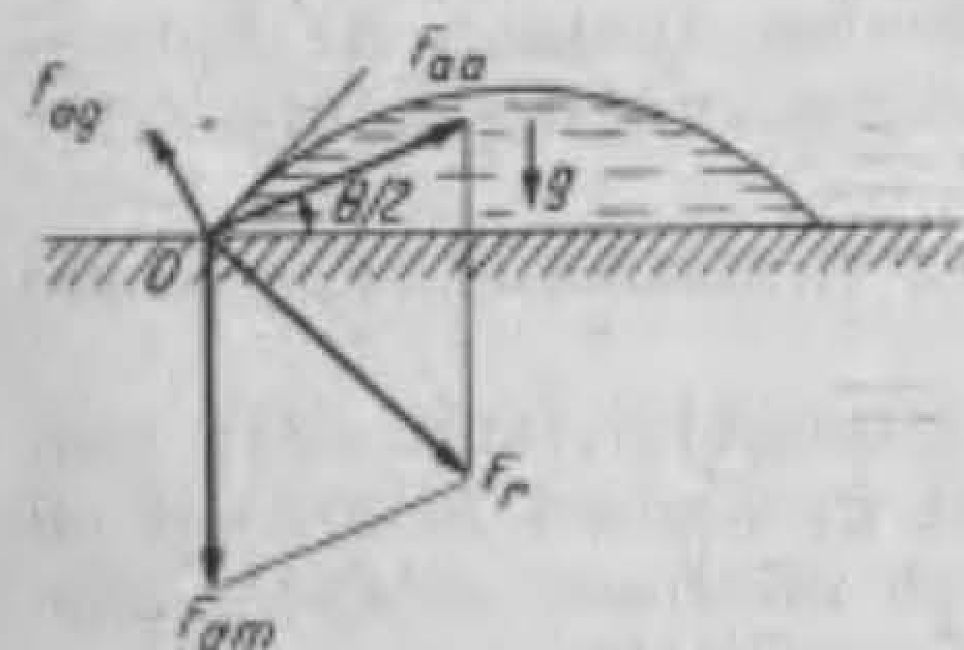


Fig. I.1. Forţele care acţionează asupra picăturii de aliaj de lipit pe suprafaţa metalului de bază.

O particulă $O$ a aliajului de lipit, situată pe suprafaţa metalului de lipit, se află sub acţiunea a trei forţe principale:

— $F_{ag}$ — forţa de atracţie a particulei de lichid de către amestecul ambiant gazos; această forţă este de obicei mică şi se poate neglija;

— $F_{am}$ — rezultanta forţelor de interacţiune a atomilor aliajului de lipit cu atomii metalului solid, orientată vertical în jos, şi

— $F_{aa}$ — rezultanta forţelor de interacţiune a particulei $O$ cu alţi atomi ai aliajului de lipit, situaţi în apropierea ei (orientată spre interiorul picăturii lichide) (fig. I. 1).



Vectorul $F_{aa}$ împarte în două unghiul sub care picătura lichidă atinge suprafaţa metalului solid. În funcţie de mărimea şi direcţia celor două vectoare $F_{am}$ şi $F_{aa}$, rezultanta $F_r$ poate fi orientată sau spre interiorul corpului solid sau spre interiorul lichidului, sau pe limita de contact dintre ele.

Suprafaţa picăturii lichide în punctul de aplicare a forţei $F_r$ va fi perpendiculară pe direcţia acestei forţe.

Tangenta la suprafaţa picăturii lichide în punctul $O$ şi linia de contact corp solid-corp lichid formează unghiul θ; acest unghi se numeşte *unghi limită de umezire*, iar mărimea lui arată gradul de umezire a metalului solid de către aliajul topit. Acest unghi va varia în funcţie de orientarea vectorului $F_r$, şi umezirea va fi cu atît mai bună, cu cît acest unghi va fi mai mic (v. tabela I.1).

*Tabela I.1*

**Calitatea umezirii în raport cu unghiul limită de umezire**

| Conturul picăturii de aliaj de lipit | Unghiul limită în grade | Aprecierea calitativă a umezirii |
|---|---|---|
| | 0° | **Umezire totală** |
| | 0—45° | **Umezire bună** |
| | 45—90° | **Umezire slabă** |
| | 180° | **Umezire lipseşte** |

Mărimea unghiului limită de umezire este direct proporţională cu raportul mărimilor tensiunilor superficiale la limitele de contact între fazele ce intră în interacţiune.

Condiţia de echilibru a picăturii pe suprafaţa metalică, după oprirea procesului de întindere, (dacă vom neglija pentru simplificare influenţa gravitaţiei), se exprimă prin relaţia:

$$\sigma_{sg} - \sigma_{sl} - \sigma_{lg} \cos \theta = 0$$

în care: $\sigma_{sg}$ este tensiunea superficială la limita solid-gaz;
$\sigma_{sl}$ — tensiunea superficială la limita solid-lichid;
$\sigma_{lg}$ — tensiunea superficială la limita lichid-gaz.

Din relaţia de echilibru rezultă, că dacă tensiunea superficială a metalului solid la contactul cu mediul gazos $\sigma_{sg}$,

este egală cu tensiunea superficială a aceluiaşi metal la contactul cu topitura $\sigma_{sl}$, unghiul limită de umezire va fi egal cu 90°, iar vectorul tensiunii superficiale a lichidului la limita cu gazul va fi orientat vertical în sus (fig. I. 2, *a*).

La $\sigma_{sg} > \sigma_{sl}$, punctul *O*, sub acţiunea diferenţei $\sigma_{sg} - \sigma_{sl}$ (care uneori se mai numeşte şi presiune de întindere), se deplasează spre stînga, unghiul θ se reduce, iar vectorul $\sigma_{lg}$ se va înclina spre dreapta (fig. I.2, *b*).

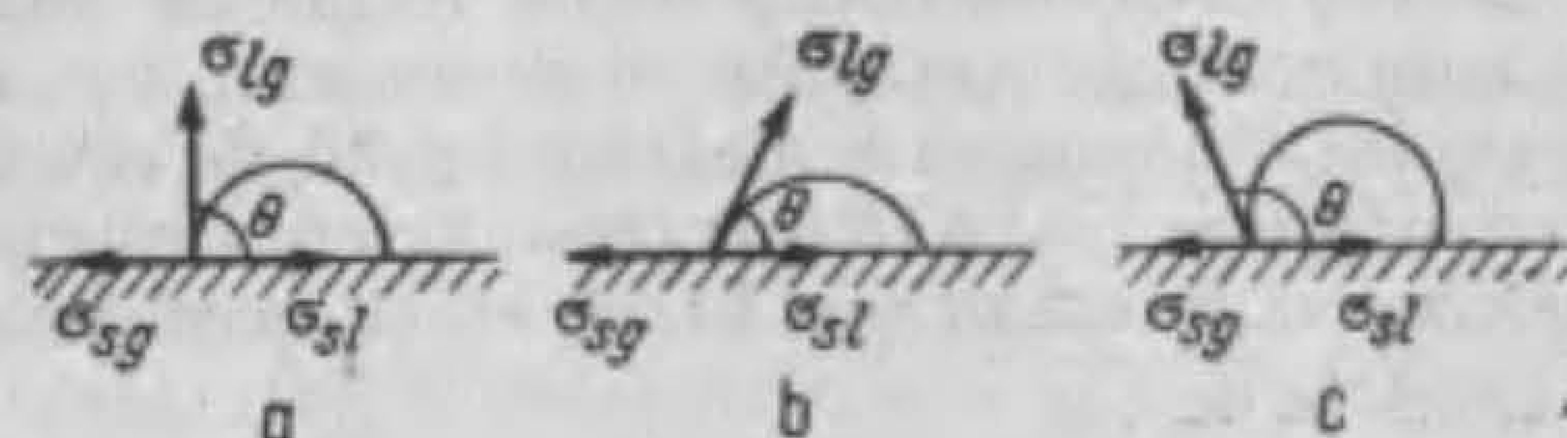



**Fig. I.2. Forme ale picăturii de aliaj lichid pe metalul de bază:**

*a* — pentru θ = 90° ; *b* — pentru θ < 90° ; *c* — pentru θ > 90°

Procesul de reducere a unghiului limită θ va continua atîta timp, pînă cînd rezultanta forţelor în punctul *O* va deveni egală cu 0, adică

$$\sigma_{sg} = \sigma_{sl} + \sigma_{lg} \cos \theta.$$

Din relaţia de echilibru se poate obţine:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{sg} - \sigma_{sl}}{\sigma_{lg}}.$$

Mărimea cos θ este unitatea de măsură a umezirii.

Cînd unghiul limită θ < 90°, cos θ are o valoare pozitivă şi topitura umezeşte bine suprafaţa metalului; dacă unghiul θ > 90°, deci cos θ are o valoare negativă, umezirea este slabă.

Cînd θ = 0°, umezirea este totală, iar cînd θ = 180° umezirea lipseşte complet. Din această cauză mărimea cos θ se numeşte *coeficient de umezire*.

## 2. Fenomene de capilaritate care se produc în timpul lipirii

Metalul lichid, ca orice lichid care umezeşte, are proprietăţi de capilaritate (capacitatea de a fi aspirat prin ţevi subţiri) şi astfel el este aspirat în interstiţiile dintre piesele ce se lipesc.



În fig. I.3 se poate vedea, că după cum lichidul udă sau nu materialul din care este executat tubul, nivelul acestuia în tub se află deasupra sau dedesubtul celui din vas.

Cînd suprafaţa metalului de bază are asperităţi (rugozităţi), acestea provoacă fenomenul de capilaritate şi favorizează umezirea.

Atît umezirea cît şi întinderea variază cu forma acestor rugozităţi; cînd acestea au forma unor rizuri înguste (canale ce se intersectează), ele favorizează capilaritatea şi deci atît întinderea cît şi umezirea; cînd însă rugozităţile sînt largi, umezirea este limitată.

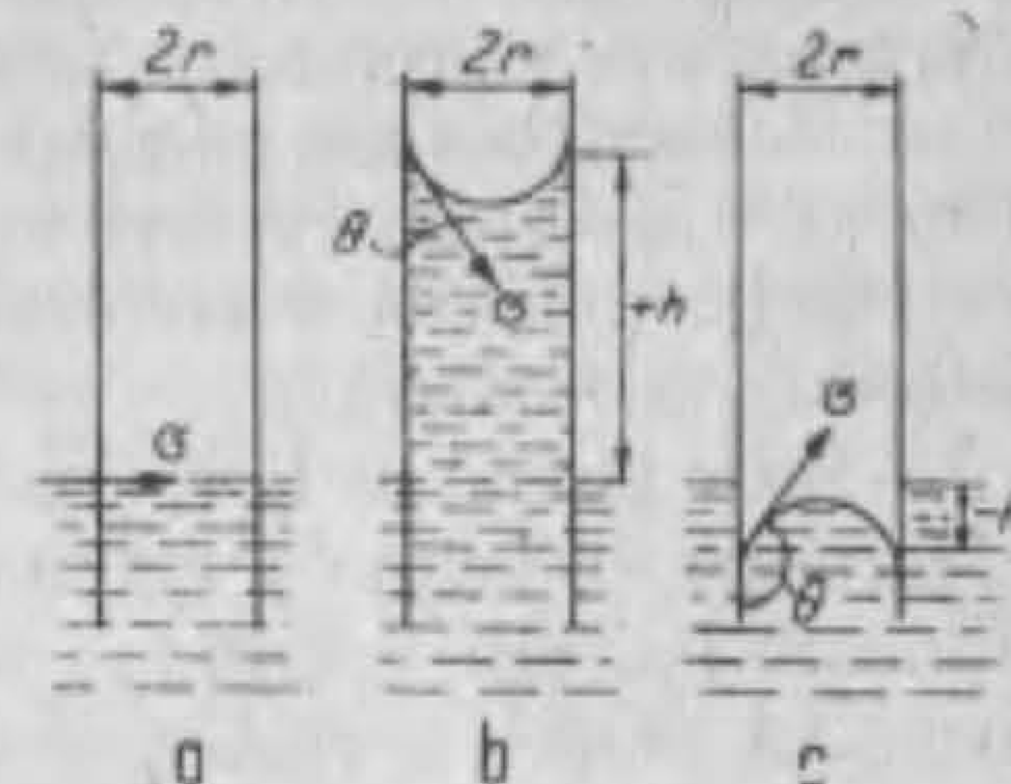



**Fig. I.3. Nivelul lichidelor în tuburi capilare:**

*a* — pentru θ = 90° ; *b* — pentru θ > 90° ; *c* — pentru θ < 90°.

## 3. Structura îmbinării lipite

Procesul de lipire a două piese metalice are loc în general în următoarele etape:

— încălzirea metalelor de bază pînă la temperatura din apropierea celei de topire a aliajului pentru lipit;

— topirea aliajului de lipit;

— umezirea şi întinderea aliajului de lipit în stare lichidă pe suprafaţa metalelor de bază şi umplerea interstiţiilor;

— dizolvarea metalului de bază în zona lipiturii în aliajul pentru lipit aflat în stare lichidă şi difuziunea reciprocă a metalelor;

— răcirea şi solidificarea aliajului de lipit, la care se disting de asemenea trei subetape: de la temperatura de lipire pînă la temperatura de topire a aliajului de lipit; de la temperatura de topire a aliajului de lipit pînă la temperatura de solidificare; de la temperatura de solidificare pînă la cea ambiantă.

Aceste etape se suprapun şi sînt însoţite de o reacţie mai complexă, în care ies în evidenţă următoarele procese mai importante:

— metalul de bază se dizolvă în aliajul de lipit în stare topită pînă la saturaţia acestuia din urmă, formînd o soluţie

care în faza de cristalizare se descompune (are loc așa-numita histereză capilară); la temperatura de lipire se formează o combinație chimică între elementele ce intră în contact; la răcirea aliajului de lipit care începe de obicei de la metalul de bază, începe cristalizarea combinațiilor greu fuzibile care se precipită la limita dintre aliajul de lipit și metalul de bază;

— elementele care compun aliajul pentru lipit difuzează în metalul de bază, cu care ocazie se obține o soluție solidă în stratul superficial al metalului de bază (are loc așa-numita histereză moleculară);

— între aliajul de lipit și metalul de bază are loc o reacție cu formare de compuși chimici, la limita de separație, care dăunează lipiturii, scăzîndu-i rezistența. De aci se trage concluzia, că pentru a realiza o îmbinare rezistentă trebuie ca lipirea să se execute repede și la temperatura minimă de topire a aliajului de lipit.

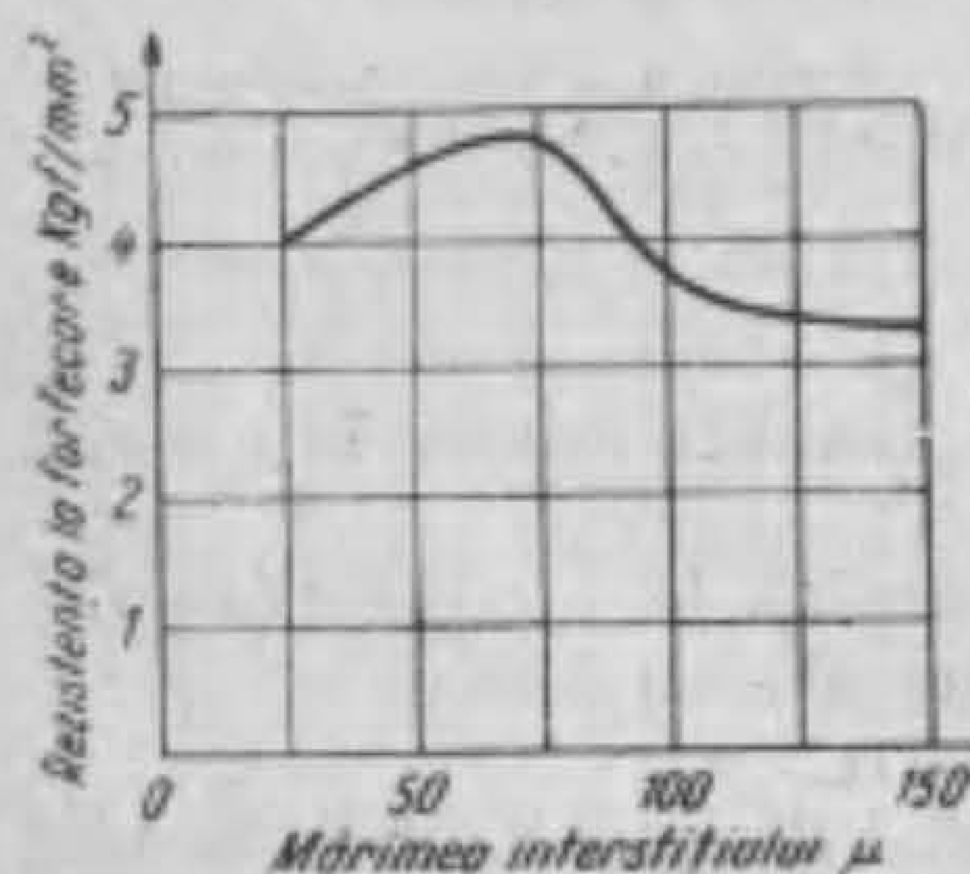



Fig. I.4. Variația rezistenței la forfecare a lipiturilor moi cu aliaj Sn-Pb în funcție de mărimea interstițiului.

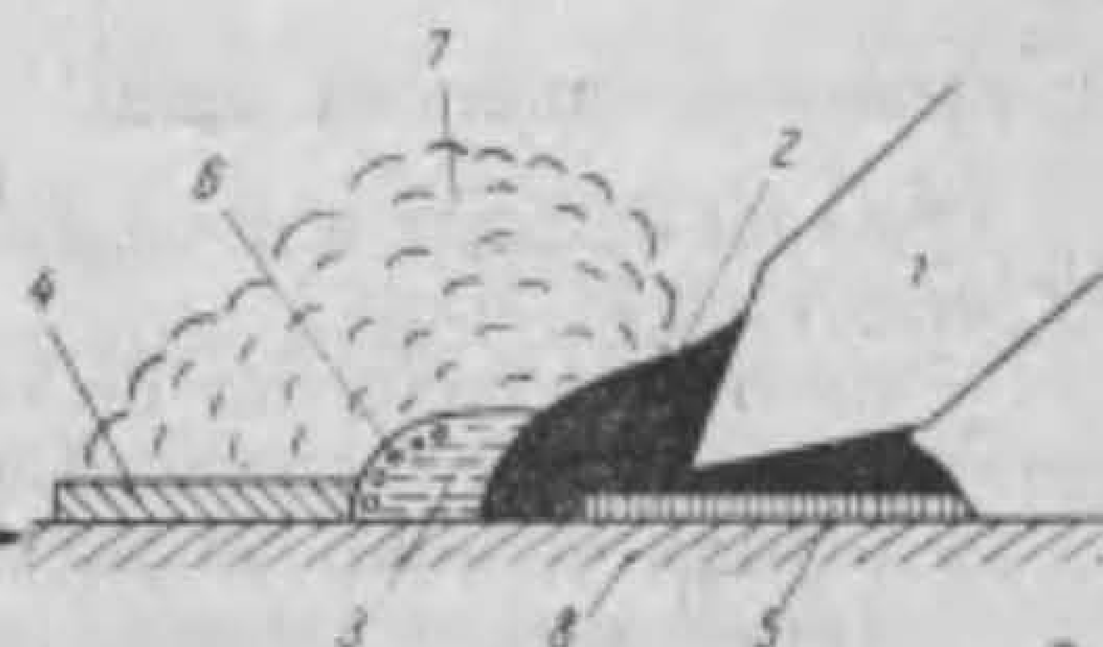



Fig. I.5. Procesul de lipire:

1 — ciocanul de lipit; 2 — aliajul de lipit; 3 — fondant; 4 — stratul superficial de oxid; 5 — aliaj de lipit în fuziune cu metalul de bază; 6 — oxid topit; 7 — fondant gazos; 8 — metalul de bază.

Cercetări recente au stabilit că pentru o îmbinare rezistentă prin lipire este necesar ca metalele să fie apropiate pînă la distanța la care intră în acțiune forțe intermoleculare. Dat fiind însă că fluiditatea aliajului de lipit este limitată, reducerea exagerată a interstițiului conduce la îngreunarea pătrunderii aliajului de lipit, în el rezultă goluri care micșorează rezistența, înrăutățesc etanșeitatea și reduc conductivitatea electrică.



În urma cercetărilor s-au stabilit valori optime ale interstițiului, corespunzătoare rezistenței mecanice maxime a lipiturilor moi, limitele de 70—80 μ (fig. I. 4).

Concluzia ce se trage din procesele enumerate, este că, mecanismul lor este determinat de compoziția aliajului de lipit și a metalului de bază, de durata procesului de lipire și de raportul temperaturilor de topire și, mai ales, de tipul diagramei de echilibru a sistemului elementelor ce intră în compoziția aliajului de lipit și a metalului de bază care, în cele din urmă, determină structura lipirii. Schema unui proces de lipire se arată în fig. I.5.

# II. ALIAJE FOLOSITE PENTRU LIPIRE ÎN MONTAJELE RADIOELECTRONICE

În tehnica radioelectronică, unde procesele tehnologice au un pronunțat caracter specific și unde se lucrează cu o mare varietate de piese cu permanentă tendință de miniaturizare, lipiturile au drept scop să pună în contact elementele metalice constructive, de o mare diversitate, menținînd nealterate proprietățile acestora de rezistență mecanică la rupere, forfecare, alungire, conductivitate electrică și termică, rezistență la coroziune etc.

## 1. Condițiile ce trebue să îndeplinească un aliaj de lipit

Tehnica ne pune la dispoziție o gamă bogată de aliaje de lipit pentru executarea lipiturilor.

Experiența căpătată în producție și în exploatare, demonstrează că aliajul de lipit trebuie să îndeplinească două categorii de condiții:

— condiții tehnologice;

— condiții de siguranță în exploatare.

În procesul tehnologic de lipire, aliajului de lipit i se cere:

— temperatura de lipire să fie inferioară cu cel puțin 30—50° C temperaturilor de topire ale metalelor de bază;

— umezirea și întinderea să aibă valori cît mai mari;

— fluiditate ridicată la temperatura de topire;

— plasticitate mare;

— coeficienţi de dilatare liniară aproximativ egali cu cei ai metalelor de bază;

— preţ de cost scăzut;

— rezistenţă mecanică la rupere, forfecare, alungire şi fluaj;

— stabilitate structurală;

— să nu degaje gaze toxice şi să nu exercite acţiuni chimice asupra metalelor care se lipesc.

În cadrul siguranţei în exploatare, aliajul de lipit trebuie să asigure:

— conductivitate electrică cît mai mare;

— conductivitate termică bună;

— rezistenţă la coroziune a îmbinării cît mai mare;

— rezistenţă de rupere la oboseală mare;

— stabilitate din punct de vedere structural.

La alegerea corectă a aliajului de lipit se va ţine seamă, de asemenea, de:

— caracteristicile metalelor de bază ce urmează a fi lipite;

— procedeul de lipire.

## 2. Clasificarea aliajelor de lipit, caracteristici, proprietăţi

După criteriul tehnologic, aliajele de lipit se împart în:

— aliaje uşor fuzibile, cele care au o temperatură de topire sub 450°C (cele cu bază de Sn, Pb, Cd, Bi, Zn);

— aliaje greu fuzibile, cele care au o temperatură de topire peste 450°C (cele cu bază de Cu, Ag, Al, Ni, Mg).

**Staniul** (Sn) sau cositorul, în stare pură este un metal cu structură cristalină, de culoare albă argintie, cu o nuanţă albastră, avînd o mare rezistenţă la coroziune. Este plastic şi maleabil (se laminează în foi subţiri de 0,0025 mm). Se găseşte în natură sub formă de oxizi.

Sub acţiunea oxigenului şi a umidităţii aerului, Sn se oxidează puţin şi are o mare stabilitate faţă de acizii organici. Ţinut vreme îndelungată la temperaturi joase (—30°C), Sn se descompune, formînd o pulbere cenuşie; acest fenomen



se numeşte „boala staniului“ (fig. II.1); Sn devine fragil şi se poate ajunge la găurirea din loc în loc a obiectelor făcute din el.

Pulberea astfel rezultată poate servi ca mijloc de însămînţare a boabei pe părţile neatacate (necontaminate) în tocmai ca în cazul microbilor. Impurităţile exercită o influenţă diferită asupra acestui proces. Unele metale, ca Al sau Zn, grăbesc puternic transformarea, altele, ca: Pb, Bi şi Sb o încetinesc şi, în sfîrşit, unele adaosuri nu au o acţiune clar conturată. S-a verificat că prezenţa în Sn a 1% Pb sau 0,3%—0,5% Bi sau 0,5% Sb înlătură aproape total pericolul acestei transformări. Acest fenomen de transformare în pulbere a Sn mai este numit şi „ciuma staniului“ şi poate aduce neajunsuri serioase lipiturilor cu cositor în montajele radioelectronice, scurtîndu-le viaţa şi micşorînd astfel siguranţa în funcţionare a aparaturii.

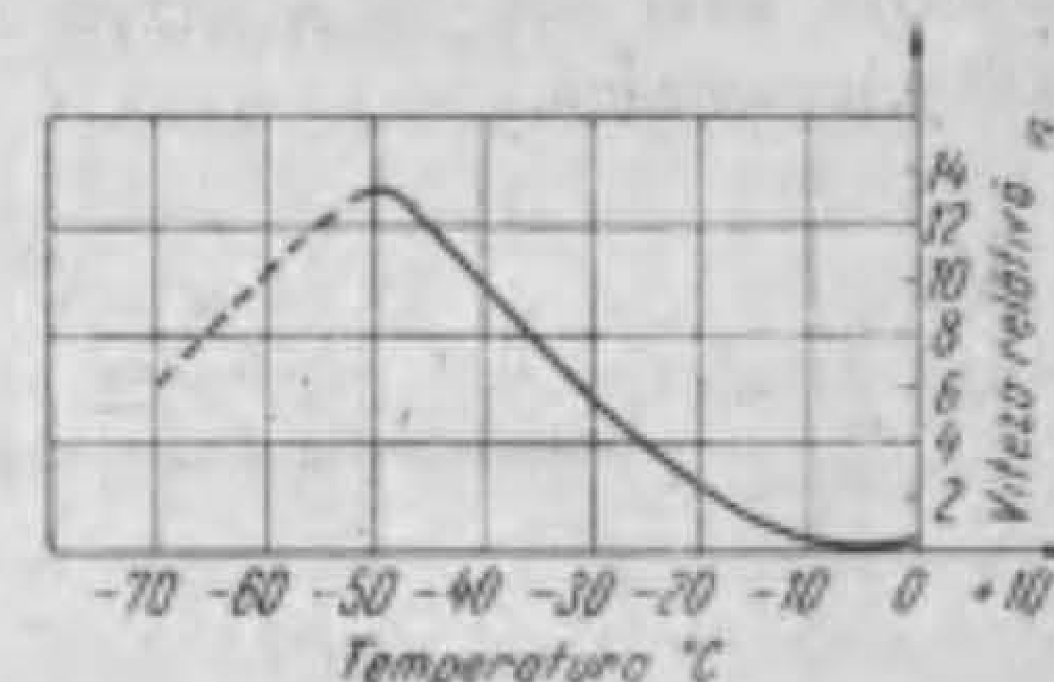


Fig. II.1. Viteza relativă de transformare a Sn alb în cenuşiu în funcţie de temperatură.

**Plumbul** (Pb) este un metal de culoare albastră cenuşie, lucios imediat după tăiere; este moale şi ductil, cu mică rezistenţă la rupere; rezistă la coroziune. În aer, Pb se acoperă cu un strat de oxid protector. Pb în stare lichidă dizolvă bine alte metale.

Combinat cu alte elemente, Pb dă produse otrăvitoare.

În natură se găseşte sub formă de galenă (sulfură de plumb).

**Stibiul** (Sb) sau antimoniul este un metal lucios, de culoare argintie; este fragil, sfărîmicios; în aer la temperatura obişnuită nu se oxidează.

**Cadmiul** (Cd) este un metal de culoare albă-argintie, cu o nuanţă albăstrie; este moale, maleabil şi uşor fuzibil.

**Bismutul** (Bi) este un metal de culoare argintie-cenuşie, lucios, cu nuanţă roşietică; este sfărîmicios; este foarte bun conducător de căldură.

**Zincul** (Zn) este un metal de culoare albastră-cenușie, cu luciu metalic. La temperatura obișnuită este casant, la 100—150°C devine maleabil și se poate lamina; în aer se oxidează. În aer umed se acoperă cu un strat de oxid protector.

În tabela II.1 sînt prezentate proprietățile metalelor ce concură mai des la realizarea aliajelor de lipit folosite în radioelectronică.

*Tabela II.1*

**Proprietățile fizico-chimice ale Sn și Pb**

| Nr. crt. | Proprietăți | Sn | Pb | Observații |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Număr atomic | 50 | 82 | |
| 2 | Greutate atomică | 118,7 | 207,21 | |
| 3 | Greutate specifică (kgf/dm³) la 15° | 7,285 | 11,34 | |
| 4 | Temperatura de topire, °C | 232 | 327,4 | |
| 5 | Căldura de topire, cal/gf | 14,4 | 5,86 | |
| 6 | Temperatura de fierbere, °C | 2 362 | 1 740 | |
| 7 | Căldura specifică medie, (cal/gf°C) la 18°C | 0,0548 | 0,0299 | |
| 8 | Coeficientul de dilatare liniară pentru 1°C | $21{,}4\ 10^{-6}$ | $29{,}1\ 10^{-6}$ | la 20°C |
| 9 | Conductivitatea termică cal/cm·s·grad | 0,1575 | 0,089 | la 25°C |
| 10 | Contracția la cristalizare, % | 2,8 | 3,5 | |
| 11 | Duritatea Brinell, kgf/mm² | 5,0 | 4,0 | |
| 12 | Rezistența la rupere, kgf/mm² | 2 | 1,8 | Pentru Sn turnat |
| 13 | Alungirea, % | 55 | 50 | Pentru Sn turnat |
| 14 | Tensiunea superficială, dyn/cm | 530 | 450 | |
| 15 | Rezistivitatea μΩ/cm | 12,853 | | la 20°C |
| 16 | Conductivitatea electrică, % în raport cu a Cu | 13,9 | 7,9 | |
| 17 | Fluiditatea, cm | 125 | 134 | |

În montajele radio se folosesc ca aliaje de lipit pentru lipituri moi numai cele din grupa ușor fuzibile; aceste aliaje se reduc în esență la cele pe bază de Sn-Pb; Sn-Pb-Cd; Sn-Zn-Al; Sn-Pb-Bi; Sn-Pb-Sb.



În tabela II.2 se indică compoziția chimică și temperatura de topire a aliajelor moi folosite în tehnica lipiturilor.

*Tabela II.2*

**Aliaje moi pentru lipire**

| Aliajul | Compoziția chimică, % | | | | | | | | Temperatura de topire, °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sn | Pb | Cd | Zn | Ag | In | Sb | Cu | |
| Sn-Pb-Cd-Zn2 | rest | 29 | 17 | 2 | — | — | — | — | 139 |
| Sn-Pb-Cd-Ag | rest | 30 | 17 | — | 1 | — | — | — | 140 |
| Sn-Pb-Cd | rest | 34 | 18 | — | — | — | — | — | 145 |
| Sn-Cd-Zn | rest | — | 31 | 2,5 | — | — | — | — | 164 |
| Sn-Pb-In | rest | 37,5 | — | — | —5 | 25 | — | — | 175 |
| Sn-Cd-Ag | rest | — | 30 | — | 5 | — | — | — | 176 |
| Sn-Cd | rest | — | 32 | — | — | — | — | — | 177 |
| Sn-Pb-Ag | rest | 36,5 | — | — | 4 | — | — | — | 177 |
| Sn-Pb-Zn | rest | 24 | — | 5 | — | — | — | — | 178 |
| Sn-Pb-Cd-Zn7 | rest | 30 | 18,5 | 7,5 | — | — | — | — | 180 |
| Pb-In50 | — | 50 | — | — | — | 50 | — | — | 182 |
| Sn-Pb38 | rest | 38 | — | — | — | — | — | — | 184 |
| Sn-Pb40 | rest | 40 | — | — | — | — | — | — | 190 |
| Sn-Zn | rest | — | — | 9 | — | — | — | — | 199 |
| Sn-Zn-Ag | rest | — | — | 8 | 2 | — | — | — | 200 |
| Sn-Pb50 | rest | 50 | — | — | — | — | — | — | 216 |
| Sn-Ag3 | rest | — | — | — | 3,5 | — | — | — | 221 |
| Sn-Cd-Zn | rest | — | 15 | 20 | — | — | — | — | 225 |
| Pb-In | — | 75 | — | — | — | 25 | — | — | 231 |
| Pb-Sn-Sb2 | 40 | 58 | — | — | — | — | 2 | — | 231 |
| Sn | 99,9 | — | — | — | — | — | — | — | 232 |
| Pb-Sn40 | 40 | 60 | — | — | — | — | — | — | 232 |
| Sn-Sb | 95 | — | — | — | — | — | 5 | — | 238 |
| Sn-Ag5 | 95 | — | — | — | 5 | — | — | — | 240 |
| Pb-Sn25 | 29 | 75 | — | — | — | — | — | — | 266 |
| Cd-Zn | — | — | 82,6 | 11,4 | — | — | — | — | 267 |
| Pb-Sn-Sb1 | 20 | 79 | — | — | — | — | 1 | — | 270 |
| Cd-Zn12 | — | — | 88 | 12 | — | — | — | — | 280 |
| Sn-Ag10 | 90 | — | — | — | 10 | — | — | — | 300 |
| Pb-Ag2 | — | 97,5 | — | — | 2,5 | — | — | — | 305 |
| Cd-Zn-Ag | — | — | 86 | 8 | 6 | — | — | — | 310 |
| Pb-In5 | — | 95 | — | — | — | 5 | — | — | 314 |
| Pb-Ag5 | — | 95 | — | — | 5 | — | — | — | 380 |
| Sn-Ag-Cu-Zn | 75 | — | — | 2 | 20 | — | — | 3 | 400 |

Aliajele pe bază de Sn-Pb pot conține adaosuri de Cd, Bi, Ag, Sb care se introduc pentru a obține unele proprietăți speciale: Astfel, Ag și Sb măresc, iar Bi și Cd micșorează temperatura de topire și solidificare.

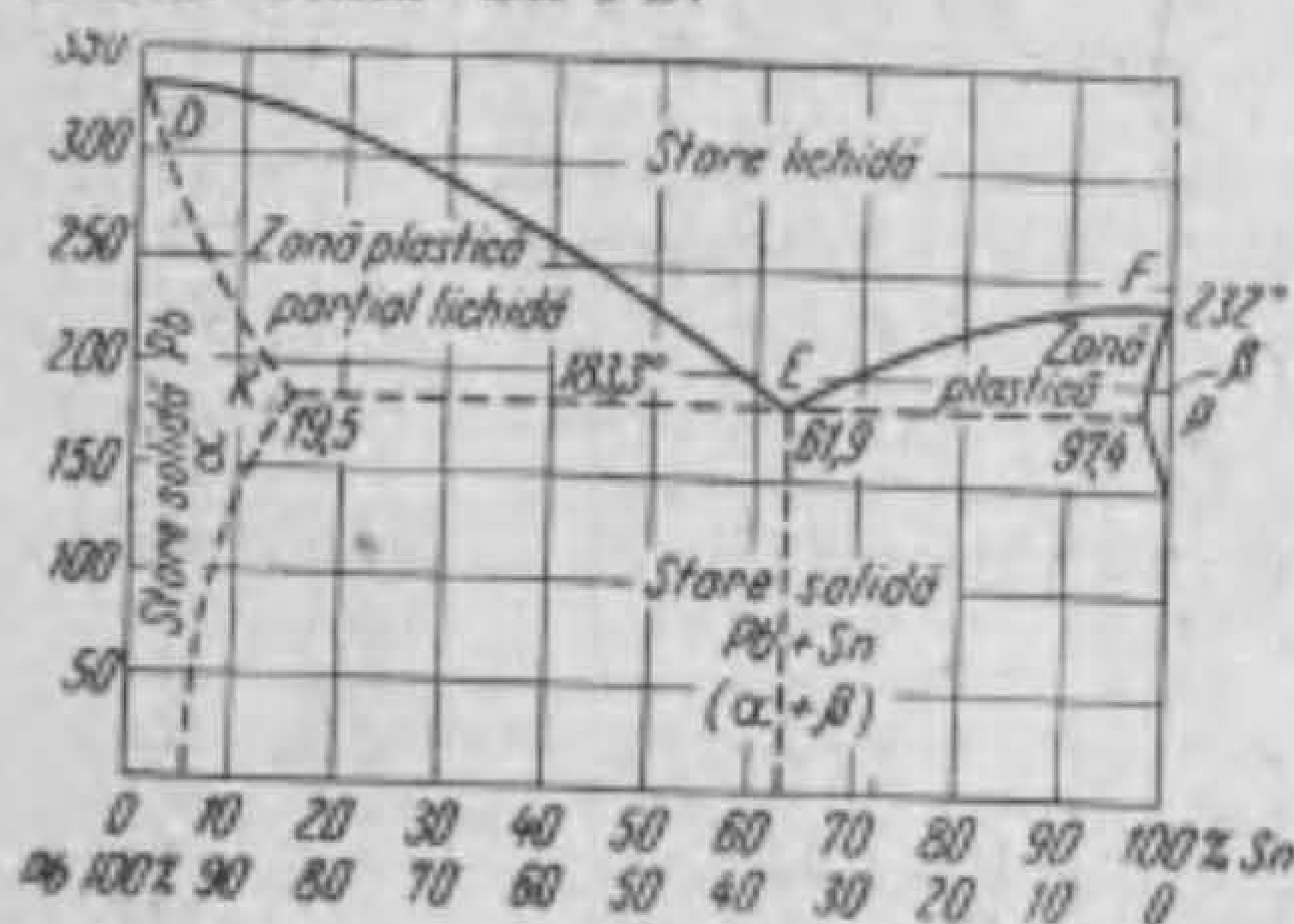
Ag mărește rezistența la îmbătrînire, și lipitura rezistă mai bine la coroziune și la solicitări mecanice.

Sb, deși îmbunătățește rezistența aliajelor de lipit, le face însă mai fragile și înrăutățește întinderea pe Cu.

Pentru o mai ușoară alegere a celor mai potrivite aliaje de lipit în raport cu natura și calitățile lipiturii, cu procesul de lipire și piesele ce se lipesc, vom analiza sumar diagramele de echilibru de tip eutectic ale acestora.

### 3. Aliaje de lipit pe bază de Sn-Pb

În fig. II.2, *a* se prezintă diagrama de echilibru a sistemului binar Sn-Pb.



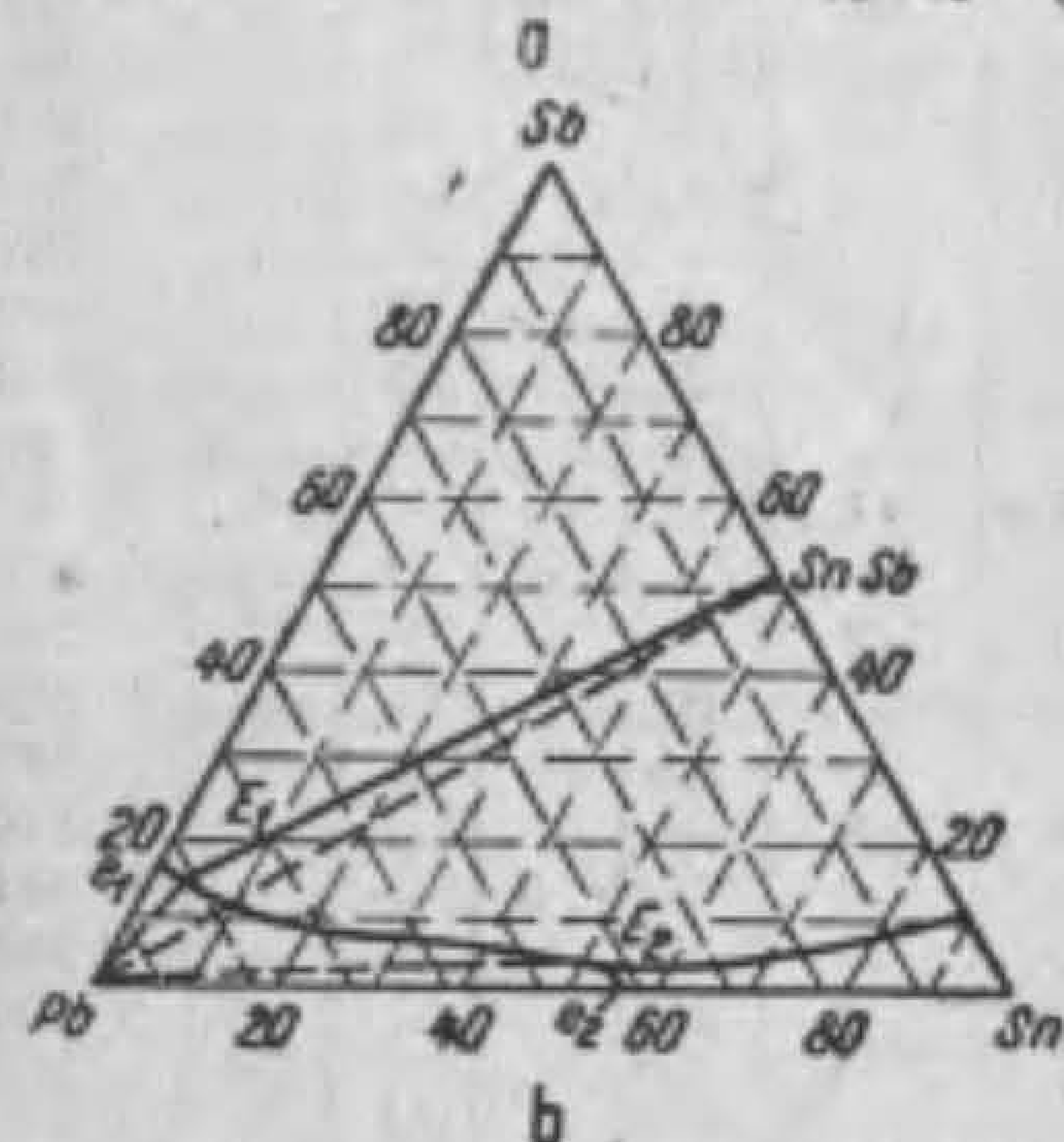




Fig. II.2. Diagrame de echilibru ale aliajelor: *a* — aliaj Sn-Pb; *b* — aliaj Sn-Pb-Sb.

Sînt mai multe tipuri de aliaje de lipit Sn-Pb care au proprietăți diferite în funcție de conținutul procentual al celor două metale. În stare lichidă Pb și Sn se dizolvă complet unul în altul.

Urmărind diagrama de echilibru la temperatura eutectică, constatăm că în Pb solid se dizolvă aproximativ 19,5% Sn, solubilitatea acestuia în Pb scăzînd cu scăderea temperaturii.

La aceeași temperatură, Pb se dizolvă în Sn, dar numai aproximativ 2,5%.

Urmărind mai departe diagrama, dăm de cel mai folosit aliaj în lipiturile montajelor radioelectronice, aliajul eutectic cu 61,9% Sn și 38,1% Pb, care se topește la 183,3°C și care corespunde aliajului LP.60 prevăzut în STAS 96-49



(pct. *E* pe diagramă). Acesta este așa-numitul „cositor pentru lipit" conexiunile, bornele de ieșire, diferitele piese, subansambluri și ansambluri pe cablaj clasic sau cu circuite imprimate.

Adăogînd în Pb cantități mici de Sn se obțin aliaje care se topesc la diferite temperaturi; temperatura de început de topire a acestui aliaj (linia solidus) variază brusc de la 327 la 183,3°C, cînd conținutul de Sn este 19,5%.

În domeniul cuprins între 19,5% și 97,4% Sn, aliajul se topește la aceeași temperatură de 183,3°C.

Temperatura de început de topire a aliajelor crește pînă la 232°C cînd conținutul de Sn crește peste 97,4%.

Linia *D*, *E*, *F* de pe diagramă corespunde începutului iar *D*, *K*, *E*, *P* sfîrșitului solidificării. În intervalul temperaturilor cuprinse între liniile *D*, *E*, *F* și *D*, *K*, *E*, *P* aliajele se află în stare de pastă, ceea ce ajută să se întindă mai ușor pe suprafața de lipit și să pătrundă în interstiții.

Calitățile tehnologice și în exploatare ale aliajului pe bază de Sn-Pb, precum și ale lipiturilor efectuate cu el, se arată în tabelele II.3, II.4.

Comportarea aliajelor din sistemul Sn-Pb la diverse temperaturi se arată în fig. II.3.

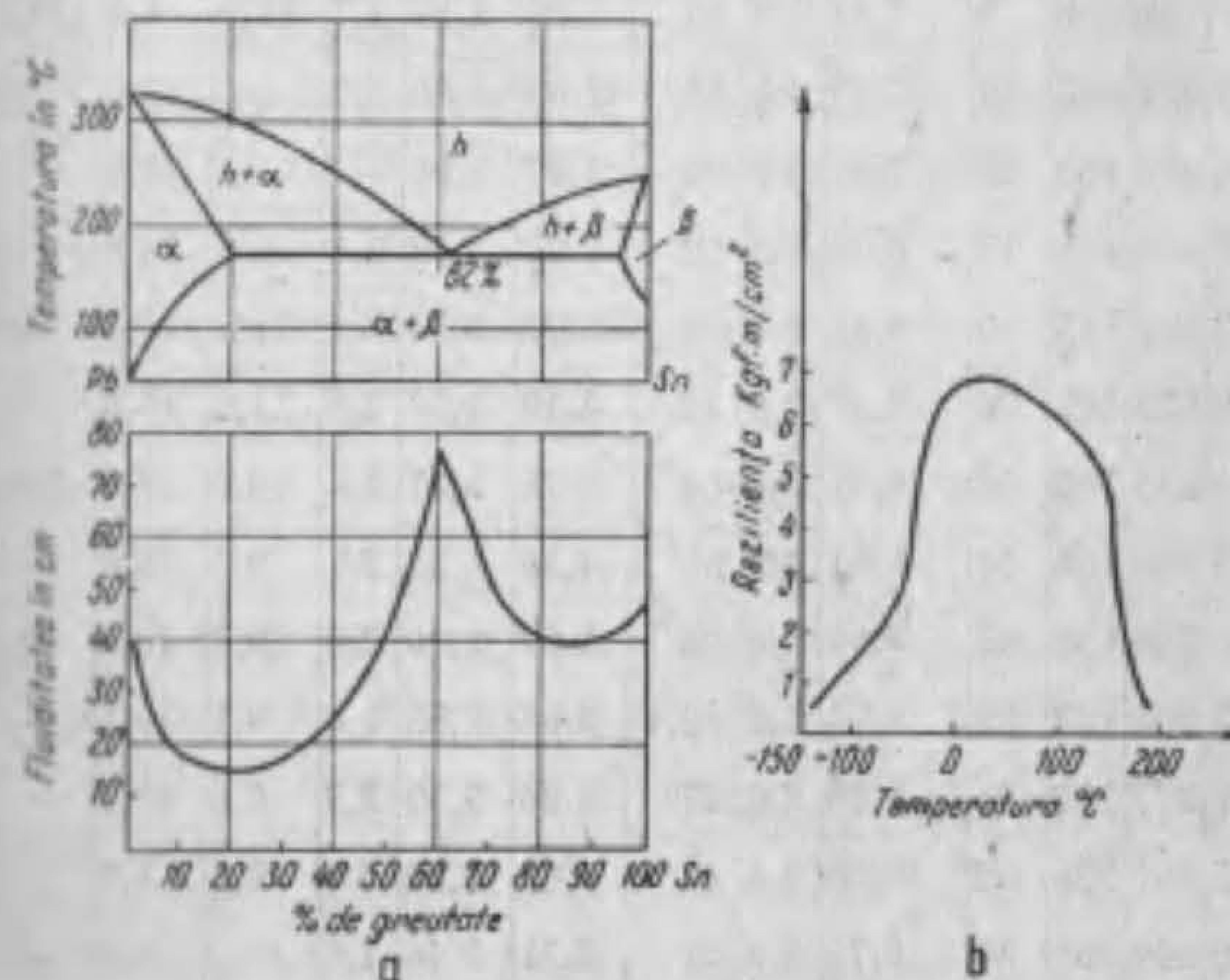



Fig. II.3. Comportarea aliajelor din sistemul Sn-Pb la diverse temperaturi:

*a* — fluiditatea; *b* — reziliența.

**Proprietățile aliajelor pentru lipit cu bază de Sn și Pb**

| Compoziția chimică, % Pb | Compoziția chimică, % Sn | Temperatura de topire completă (lichidus), °C | Temperatura de început de topire (solidus), °C | Intervalele de solidificare, °C | Greutatea specifică, kgf/dm³ | Rezistența la tracțiune, kgf/mm² | Alungirea, % | Reziliența, kgf/cm² | Rezistența la forfecare, kgf/mm² | Elasticitatea la compresiune, kgf/mm² * | Conductivitatea termică, % față de Cu | Duritatea Brinell, kgf/mm² | Conductivitatea electrică, % față de Cu | Fluiditatea, cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 100 | 232 | 232 | 0 | 7,31 | 1,9 | 43 | 5,29 | 2,19 | 1,7 | 13,9 | 6,2 | 13,9 | — |
| 10 | 90 | 222 | 183 | 39 | 7,57 | 4,3 | 25 | 1,85 | 2,70 | 3,5 | — | 13,0 | — | 135 |
| 20 | 80 | 208 | 183 | 25 | 7,87 | 4,5 | 22 | 1,37 | 5,01 | — | — | 13,5 | — | — |
| 25 | 75 | 196 | 183 | 13 | 8,02 | 4.4 | 22 | 2.23 | 4,13 | 3,8 | — | 14,9 | — | — |
| 38 | 62 | 183 | 183 | 0 | 8,35 | 4.1 | 34 | 2,75 | 4,34 | 3,6 | 11,9 | 10,5 | — | — |
| 50 | 50 | 222 | 183 | 26 | 8,87 | 3,6 | 32 | 4,59 | 3,54 | 2,9 | 11,0 | 15,6 | — | — |
| 60 | 40 | 235 | 183 | 52 | 9,31 | 3,2 | 64 | 4,75 | 3,67 | 2,8 | 10,2 | 12,6 | 10,2 | 91 |
| 67 | 33 | 250 | 183 | 67 | 9,61 | 3,2 | 66 | 4,36 | 3,35 | 2,7 | 9,7 | 15,6 | — | — |
| 70 | 30 | 256 | 183 | 73 | 9,69 | 3,3 | 58 | 4,67 | 2,90 | 2,8 | 9,5 | 10,1 | 9,5 | 63 |
| 75 | 25 | 265 | 183 | 82 | 9,94 | 2,8 | 52,1 | 3,68 | 2,85 | 2,6 | 9,1 | 10,5 | — | — |
| 80 | 20 | 277 | 183 | 94 | 10,23 | 2,8 | 67 | 3,86 | 2,52 | 2,3 | 8.6 | 10,5 | — | 60 |
| 85 | 15 | 287 | 225 | 62 | 10,36 | 2,4 | 41 | 3,60 | 2,52 | 2,6 | 8,3 | 9,7 | — | — |
| 90 | 10 | 299 | 265 | 34 | 10,75 | 3,2 | 21 | 2,51 | 2,46 | 1,6 | — | 8,1 | — | — |
| 95 | 5 | 314 | 300 | 14 | 11,03 | 2,5 | 32 | 3,39 | 2,35 | 1,7 | — | 9,7 | — | 23 |
| 100 | 0 | 327 | 327 | 0 | 11,37 | 1.1 | 45 | 2,11 | 1,27 | 0,2 | 7,9 | 3,3 | 7,9 | 134 |





**Rezistența cusăturii la întindere, kgf/mm²**

| Metalele de bază și felul îmbinării | Aliajul de lipit | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sn | $Sn_{40}$-$Pb_{60}$ | $Sn_{30}$-$Pb_{70}$ | $Sn_{22}$-$Pb_{78}$ | $Sn_5$-$Pb_{95}$ | Pb |
| Alamă prin suprapunere | 4,5 | 4,6 | 2,8 | 3,3 | 3.0 | 2,0 |
| Alamă cap la cap | 5,9 | 8,0 | 8,8 | 9,7 | 7,7 | 2,6 |
| Cupru prin suprapunere | 4,6 | 3,7 | 2,7 | 3,1 | 2,4 | 1,9 |
| Cupru cap la cap | 9,0 | 7,8 | 9,1 | 9,0 | — | 3,6 |
| Oțel prin suprapunere | 3,8 | 6,1 | 5,0 | 5,1 | 4,9 | 1.4 |
| Oțel cap la cap | 7,9 | 10,0 | 11,0 | 10,5 | 10,3 | 7,9 |
| Tablă zincată prin suprapunere | 5,1 | 4,7 | 4,2 | 4.3 | 2,6 | 1,7 |
| Tablă galvanizată prin suprapunere | — | 4,8 | 3,7 | 3,8 | 3,2 | — |
| Tablă cositorită prin suprapunere | — | 4,9 | 3,6 | 4,6 | 4,5 | — |

Rezistența mecanică a lipiturilor se menține într-un anumit interval de temperaturi: la creșterea și la scăderea temperaturii proprietățile mecanice se înrăutățesc. Astfel, la temperaturi scăzute (între —25 și —70°C) se observă o scădere puternică a rezilienții aliajelor de lipit Sn-Pb. Micșorarea rezilienței se petrece în mod lent la creșterea temperaturii pînă la 100°C și apoi repede după 100°C.

### 4. Aliaje de lipit cu consum redus de Sn și adaosuri din alte metale

Pentru reducerea consumului de Sn, care este un metal scump, se folosesc diverse rețete de aliaje, care deși au un conținut redus de Sn, au totuși proprietăți apropiate celor cu conținut normal din acest metal. Cînd procentul de Sn este mic, lipitura este mai fragilă și mai puțin rezistentă, iar temperatura de topire ridicată complică procesul tehnologic. Neajunsul acestor aliaje este și acela că au un interval larg al temperaturii de cristalizare (pînă la 100°C față de 10—12°C cînd procentul de Sn este 50%). Mărind mult durata răcirii îmbinării, în care timp piesele ce se lipesc trebuie să rămînă imobile, crește durata lipirii.

În tabela II.5 se prezintă proprietăţile aliajelor cu consum redus de Sn sau fără Sn.

*Tabela II.5*

**Proprietăţile aliajelor cu consum redus de Sn**

| Compoziţia chimică | | | | | Temperatura de topire °C | Rezist. la ruperepentru lipirea Am kgf/mm² | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pb | Sn | Sb | Zn | Altele | | Cap la cap | Cu acoperire |
| 78 | 15 | 7 | — | — | 231 | 8,4 | 1,8 |
| 83 | 7 | 10 | — | — | 243 | 7,5 | 1,7 |
| 89 | 4 | 7 | — | — | 23 | 7,6 | 1,9 |
| 98,9 | — | — | 1 | Na 0,1 | 234 | — | 1,8 |
| 98,5 | — | — | 1 | Cd 0,5 | 332 | 6,7 | 1,7 |
| 98,5 | — | — | 1 | Mn 0,5 | 335 | — | 1,8 |
| 90 | 3—4 | 5—6 | — | — | 245—265 | 7,7 | 3,0 |

În condiţiile actuale ale folosirii pe scară largă a dispozitivelor semiconductoare în radioelectronică, şi în tendinţa de a obţine performanţe electrice şi de siguranţă în funcţionare din ce în ce mai ridicate prin asamblarea pieselor miniatură, se pune problema folosirii unor aliaje de lipit cu proprietăţi deosebite. Aceste aliaje se obţin plecînd de la metale pure şi alierea acestora, în condiţii tehnologice dificile ca topirea sub vid, cu curenţi de înaltă frecvenţă şi răcire în condiţii speciale de protecţie şi securitate; este ceea ce literatura denumeşte *aliaje cu puritate electronică*.

Gama aliajelor cu bază Sn-Pb folosite pentru lipituri în radiotehnică cuprinde deci aliaje de la $Sn_{60}$-$Pb_{40}$ pînă la $Sn_{10}$-$Pb_{90}$ cu adaosuri de Sb (1—1,5%), Ag (0,8—1,2%) cînd conductivitatea electrică creşte, sau fără adaosuri şi cu un procent minim de impurităţi (pînă la 0,002%).

În literatura de specialitate şi în normele GOST se recomandă adăugarea unor cantităţi mici de Sb în aliajul Sn-Pb pentru folosirea acestuia în radiotehnică. Un procent de 7% Sb coboară temperatura de topire a aliajului, îmbunătăţeşte procesul tehnologic de lipire, putîndu-se folosi cu uşurinţă ciocanul de lipit; dacă Sb nu întrece 4% din aliaj, rezistenţa lipiturii creşte. Ultimele cercetări au dovedit că Sb face să scadă capacitatea de umezire a aliajului.



Natura modificării proprietăţilor fizice şi mecanice cît şi valoarea lor depind de cantitatea de Sb din aliaj şi se poate vedea din tabela II.6 şi în fig. II.2, *b*. În străinătate se folosesc aliaje cu un conţinut de Sb care variază între 0,12 şi 2,4% de Sn care variază între 5 şi 70%, restul Pb, cum se poate vedea din tabela II.7.

*Tabela II.6*

**Proprietăţile fizice şi mecanice ale aliajului pe bază de Sn (4%) şi Pb cu conţinut de Sb**

| Proprietăţi | Conţinut de Sb, % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 |
| Duritate Brinell, kgf/mm² | 8,0 | 9,7 | 13,1 | 14,2 | 15,6 | 17,2 | 18,1 |
| Rezistenţă la rupere kgf/mm² | 2,0 | 2,6 | 4,9 | 5,9 | 6,3 | 5,5 | 6,6 |
| Alungirea, % | 39,4 | 31,6 | 30,0 | 23,7 | 15,4 | 12,7 | 6,1 |
| Reziliența, kgf·m/cm² | 3,3 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 1,4 | 0,2 |

*Tabela II.7*

**Aliaje de lipit cu Sn şi Pb utilizate în S.U.A.**
**(după A.S.T.M. - 1963)**

| Marca aliajului | Conţinutul elementelor, %; Pb — rest | | Greutatea specifică kgf/dm³ | Temperatura de topire °C |
|---|---|---|---|---|
| | Sn | Sb | | |
| 70 A, 70 B | 70 | 0,12—0,5 | 8,32 | 192 |
| 60 A, 60 B | 60 | 0,12—0,5 | 8,65 | 185 |
| 50 A, 50 B | 50 | 0,12—0,5 | 8,85 | 220 |
| 45 A, 45 B | 45 | 0,12—0,5 | 8,97 | 227 |
| 40 A, 40 B | 40 | 0,12—0,5 | 9,30 | 238 |
| 35 A, 35 B | 35 | 0,25—0,5 | 9,50 | 247 |
| 30 A, 30 B | 30 | 0,25—0,5 | 9,73 | 250 |
| 25 A, 25 B | 25 | 0,25—0,5 | 10,0 | 266 |
| 20 B | 20 | 0,5 | 10,20 | 277 |
| 15 B | 15 | 0,5 | 10,50 | 288 |
| 10 B | 10 | 0,5 | 10,80 | 300 |
| 5 A, 5 B | 5 | 0,12—0,5 | 11,30 | 320 |
| 40 C | 40 | 1,8 —2,4 | 9,23 | 230 |

*Tabela II7 (continuare)*

| Marca aliajului | Conținutul elementelor, % : Pb ~ rest | | Greutatea specifică γ kgf/dm³ | Temperatura de topire °C |
|---|---|---|---|---|
| | Sb | Sn | | |
| 35 C | 35 | 1,6 —2,0 | 9,44 | 243 |
| 30 C | 30 | 1,4 —1,8 | 9,70 | 250 |
| 25 C | 25 | 1,1 —1,5 | 9,96 | 270 |
| 20 C | 20 | 0,8 —1,2 | 10,17 | 270 |

Din diagrama de echilibru a sistemului Pb-Sn-Sb (fig. II.2, *b*) rezultă că acest sistem formează două diagrame : Pb-Sb-SnSb și Pb-Sn-SnSb. În punctul $E_1$ se află eutecticul ternar Pb-Sb-SnSb care corespunde aliajului cu 84% Pb, 12% Sb și 4% Sn, cu punct de topire la 239°C, iar în punctul $E_2$ eutecticul ternar Pb-Sn-SnSb care corespunde aliajului cu 35% Pb, 59% Sn și 6% Sb, cu punctul de topire la 182°C; punctele $e_1$ și $e_2$ corespund eutecticelor binare Pb-Sb și respectiv Pb-Sn.

Pentru realizarea unor lipituri cu o mai bună conductivitate electrică și cu caracteristici mecanice mai înalte se folosesc aliaje de lipit Sn-Pb cu adaosuri de Ag. Datorită temperaturii relativ ridicate a aliajelor cu adaosuri de Ag, acestea folosesc ca procedeu tehnologic de lipire cufundarea îmbinărilor în băi de lipire sau folosesc arzătorul; se are în vedere aci și folosirea unor fluxuri rezistente la temperaturi mai înalte.

Din grupa aliajelor care se folosesc la lipituri în montajele radio amintim aliajele Cd-Zn; aceste aliaje au o bună rezistență la coroziune în mediile agresive și pot fi folosite cu succes la lipituri care rezistă bine în climatul tropical.

Ele au, de asemenea, o conductivitate electrică de 12—13 m/Ω mm² față de 5—7 m/Ω mm² a aliajelor din grupa Sn-Pb și o rezistență la rupere de 9 kgf/mm² față de 6—7 kgf/mm² a acestora din urmă.

Punctul de topire al acestor aliaje este mai ridicat (de ex. 267°C la $Cd_{60}$ - $Zn_{40}$) decît al aliajelor din grupa Sn-Pb, prezintă diferență mică de potențial la îmbinări Al cu Al sau Al cu oțel și ca urmare rezistă la coroziune.

Piesele de Al sau aliaje de Al se lipesc cu aliaje de lipit cu conținut de Al și au proprietăți mecanice bune. Astfel, în tehnologia fabricării condensatoarelor fixe (cu foiță de Al și hîrtie de condensatoare) s-au încercat cu succes o serie de aliaje moi de lipit pentru a nu distruge materialele folosite (tabela II. 8).



*Tabela II.8*

**Aliaje moi pentru lipirea Al și a aliajelor sale**

| Simbolul aliajului | Compoziția chimică, % | | | | Temperatura de topire |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sn | Zn | Cd | Al | |
| $Sn_{98}$-$Zn_{2}$ | 98 | 2 | — | — | 223 |
| $Sn_{90}$-$Zn_{10}$ | 90 | 10 | — | — | 197 |
| $Sn_{80}$-$Zn_{20}$ | 80 | 20 | — | — | 223 |
| $Sn_{70}$-$Zn_{30}$ | 70 | 30 | — | — | 243 |
| $Cd_{60}$-$Sn_{40}$ | 40 | — | 60 | — | 235 |
| $Cd_{60}$-$Zn_{40}$ | — | 40 | 60 | — | 310 |
| AVIA-1 | 55 | 25 | 20 | — | 200 |
| AVIA-2 | 40 | 25 | 20 | 15 | 250 |
| PKT-40-60 | — | 60 | 40 | — | 240 |
| UE + ICEM | 80 | 15 | — | 5 | 245 |
| UE + ICEM | 40 | 25 | 20 | 15 | 250 |

Aliajele Ag-Sn (cu aproximativ 3,5% Ag) se topesc la temperaturi cuprinse între 220 și 225°C; ele dau lipiturii o mare rezistență la coroziune și au o rezistență la forfecare de 3—4 kgf/mm² și o conductivitate electrică bună (aproximativ 8,5 m/Ω mm²).

În tehnologia de lipire se recomandă folosirea aliajelor Ag-Sn cu mici adaosuri de Cu pentru a micșora acțiunea de coroziune a vîrfului ciocanului de lipit sau a pieselor ce conțin Cu sau aliaje de Cu ce se lipesc.

Temperaturile joase de topire ale Bi și ale aliajelor pe bază de Bi permit elaborarea unor aliaje ușor fuzibile, care însă formează crăpături la cristalizare; temperaturile de topire sînt cuprinse între 124 și 70°C. Se indică folosirea lor la siguranțele ce trebuie să se topească la o anumită temperatură (siguranțele ce întrerup alimentarea cu curent la temperatura de 80—90°C) și la alte dispozitive de siguranță în electronică.

Aliajele pe bază de Bi se pot folosi la lipirea circuitelor imprimate (de ex. cel cu conținut procentual: $Sn_{47,5}$ - $Pb_{38}$ - $Bi_{2,5}$ cu punct de topire 96°C) avînd o aderență bună pe bornele de ieșire ale pieselor montate pe plăcile cu astfel de circuite.

Aliajele cu eutectic ternar $Sn_{50}$ - $Pb_{33}$ - $Cd_{17}$, cu un punct de topire de 145°C se folosesc, de asemenea, la lipituri în radiomontaje. Atît cu aliajele Sn-Pb-Cd cît și cu cele

Sn-Pb-Bi se lipesc în bune condiții piesele argintate, zincate sau cadmiate (fig. II.4).

Indiul (In) formează aliaje cu puncte de topire joase, (58—47°C) dar lipiturile cu aceste aliaje au o rezistență mecanică scăzută. Aliajul Sn-In lipește bine pe sticlă, fără flux, după ce locul de lipire a fost degresat și apoi încălzit.

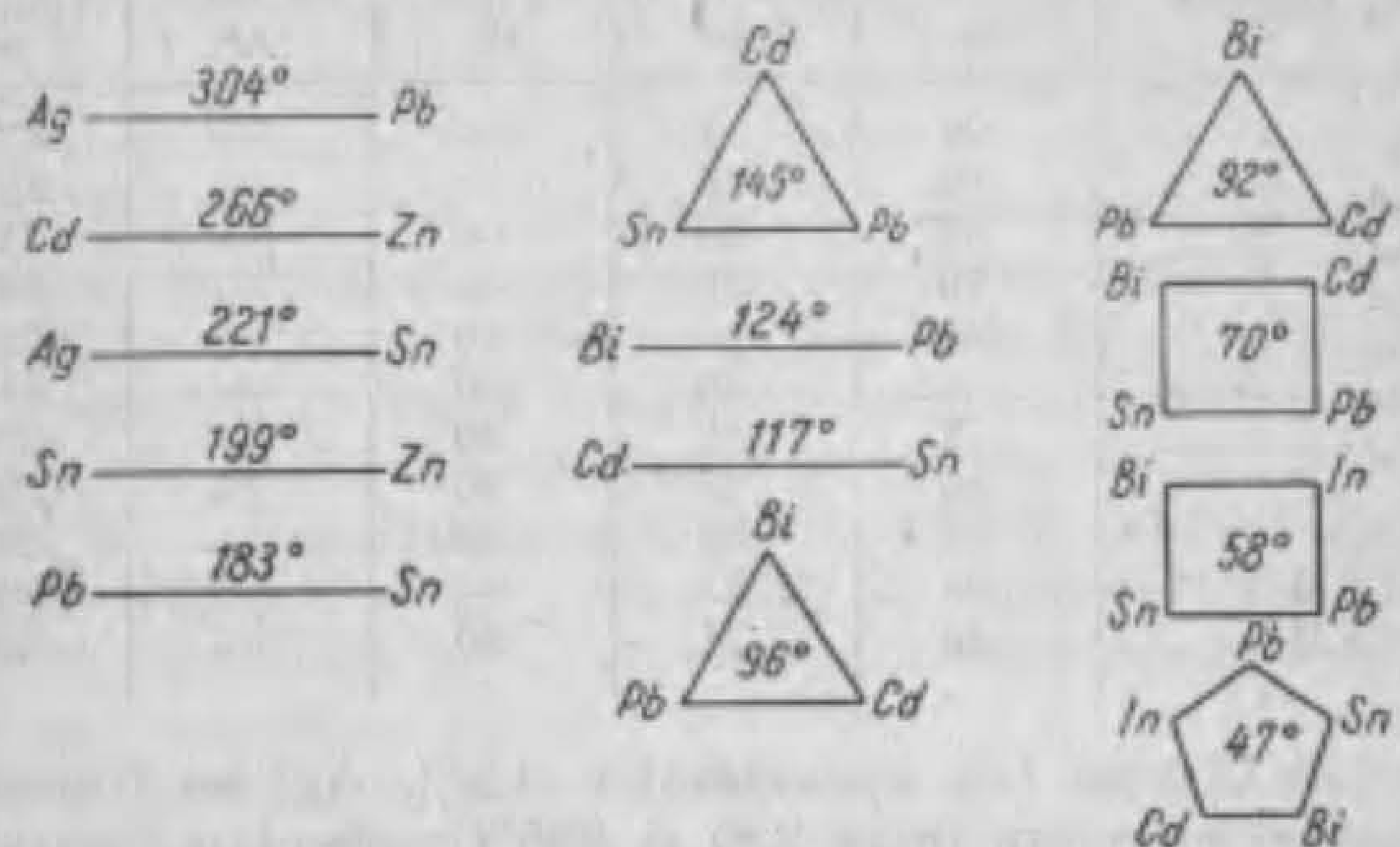



Fig. II.4. Eutecticele aliajelor binare (notate cu o linie) și complexe (notate cu triunghiuri, pătrate, pentagoane), așezate după temperaturile de topire descrescătoare.

În prezent, problema găsirii unor aliaje moi de lipit, cu temperaturi de topire scăzute și cu performanțe superioare în realizarea îmbinărilor în montajele radioelectronice, constituie o preocupare permanentă a constructorilor de aparate electronice.

Este posibil ca într-un viitor nu prea îndepărtat, lipirea cu aliaje să fie părăsită; se construiesc deja micromontaje electronice în care legătura dintre piese se asigură prin straturi monomoleculare de conductoare sau izolanți și unde problema aliajelor va căpăta aspecte noi.

## III. FONDANȚI PENTRU LIPIRE (FLUXURI)

### 1. Rolul fondantului (fluxului) în procesul de lipire

În procesul de lipire a metalelor este necesar, ca în prealabil, de pe suprafața de lipire să se îndepărteze oxizii și toate impuritățile, să se protejeze metalul împotriva coroziunii și să se reducă tensiunea superficială. Pentru aceasta se folosesc o serie de produse chimice ce poartă denumirea de decapanți, fluxuri sau fondanți. Acțiunea decapantului poate fi considerată ca fiind un mecanism complex care include o serie de procese ce decurg paralel și se influențează reciproc.

În capitolul I s-a arătat că pentru a se obține o lipitură corespunzătoare este necesar ca pe suprafața metalelor de bază să se producă o umezire bună de către aliajul de lipit în stare topită. S-a arătat că umezirea este determinată de raportul a trei forțe superficiale ce se aplică la contactul lichid-gaz, lichid-solid, și solid-gaz.

Din cercetări a rezultat că, condițiile de echilibru ale celor trei forțe se pot modifica în sensul dorit, dacă în acest sistem se înlocuiește mediul gazos printr-un mediu lichid capabil să modifice valorile tensiunilor superficiale care participă la echilibru; acel mediu lichid este chiar fluxul.

### 2. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească fondantul

Pentru a corespunde rolului său în procesul de lipire, fluxul folosit trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să fie lichid și cu fluiditate suficientă la temperatura de topire, spre a se întinde uniform și ușor pe suprafața metalelor de bază, putînd pătrunde cu ușurință în interstiții;

— să aibă o temperatură de topire inferioară temperaturii de topire a aliajului de lipit;

— să îmbunătățească condițiile de umezire a suprafeței metalului de bază de către aliajul de lipit în stare topită;

— să dizolve complet și la timp peliculele de oxizi ai metalului de bază (înainte de așezarea aliajului lichid la locul de îmbinare), dar nu prea devreme, cînd și-ar epuiza acțiunea necesară în momentul lipirii, acțiunea ce trebuie să aibă loc la o temperatură cu cîteva grade sub cea de topire a aliajului;

— adeziunea fondantului la metalele de bază trebuie să fie mai slabă ca a aliajului de lipit, pentru ca acesta din urmă să poată acoperi cu un strat continuu suprafața de lipire;

— să-și păstreze proprietățile și să nu-și modifice compoziția în timpul încălzirii; să nu fie absorbit și să nu formeze

combinații cu metalele de bază sau aliajul de lipit; absorbția decapantului de către metalul de bază sau aliajul de lipit conduce la slăbirea rezistenței mecanice și a stabilității la coroziune a îmbinării;

— să nu degaje gaze nocive;

— fondantul rămas, precum și produsele de descompunere trebuie să iasă afară la suprafața aliajului, după priza acestuia cu metalele de bază și să poată fi ușor îndepărtate prin ștergere sau spălare ușoară cu apă (acolo unde este posibil) în tehnica lipirii în montajele de radio, televiziune și aparatură electronică, în general, îndepărtarea prin spălare a resturilor de decapant sau a produselor sale, este greoaie sau imposibilă. De aceea, fondantul nu trebuie să lase resturi care să corodeze în timp piesele lipite, iar fumul ce s-ar degaja și s-ar depune pe suprafața pieselor (rezistențe, condensatoare, tranzistoare, bobine, diode etc.) să nu le dăuneze;

— restul de fondant trebuie să fie un bun izolator, avînd o rezistență electrică ridicată;

— fondantul nu trebuie să fie higroscopic, căci în caz contrar absoarbe apa în condiții de umiditate mărită, provoacă acumularea de electrolit pe suprafața îmbinării, coroziuni etc.;

— fondantul trebuie să fie suficient de dur, pentru a nu colecta murdăria și praful pe suprafața lipiturii, fapt ce provoacă pierderi de curent electric.

## 3. Prepararea fondanților

În practica lipiturilor cu aliaje de lipit ușor fuzibile se pot folosi în general următoarele grupuri de fondanți: acizi sau activi, anticorosivi, fără acizi, activați.

La baza pregătirii *fondanților acizi sau activi* stau combinații clorurate; acești fondanți curăță bine suprafețele de lipit, dizolvînd intens peliculele de oxizi, asigurînd o bună îmbinare, dar corodează intens îmbinarea și metalele de bază.

Cum îmbinările practicate în tehnica montajelor de radio și televiziune nu pot fi în mod practic spălate bine după lipire (datorită complexității formelor lor și condițiilor specifice de construcție montaj și funcționare), fondanții din această grupă nu sînt recomandați să se folosească în îmbinări de realizare a acestor montaje.



**Fondanții anticorosivi** au la bază acidul ortofosforic dizolvat în apă sau în alcool etilic. În aceeași grupă sînt cuprinse produse pe bază de acid lactic, acid salicilic, oxalic etc., care se comportă corespunzător la lipirea metalelor și aliajelor neferoase. Un fondant anticorosiv pe bază de acid lactic, alcool etilic și glicerină se folosește de asemenea, cu succes.

Acești fondanți atacă aliajele de Cu și impun aceleași măsuri de spălare și curățire ca la cei din grupa color acizi. Spălarea eficace se face cu o soluție de sodă 5%, apă caldă 60—80°C și apoi uscarea în etuvă la 100°C.

**Fondanții fără acizi,** folosiți de regulă în îmbinările de montaj ale aparatelor radioelectronice, se pregătesc pe bază de colofoniu.

Colofoniul este un amestec de acizi rezinici și se obține prin distilarea în vapori de apă a părții volatile a rășinii naturale de pin. El este o substanță solidă, cînd este rupt are luciu sticlos de culoare ce variază de la negru cafeniu pînă la roșietic-gălbui, cu transparență variabilă pînă aproape de incolor.

Colofoniul se înmoaie între 52 și 83°C, trecînd în stare lichidă la 125°C; la 150°C el dizolvă oxizi de la suprafața metalelor de bază și a aliajului de lipit, iar restul de fondant nu corodează lipitura, datorită neutralizării acidului abietinic conținut în colofoniu ($C_{20}H_{30}O_2$) de către terebentina care este un component al colofoniului. Colofoniul nu este higroscopic; el este un bun izolator.

În operațiile de decapare, în cadrul îmbinărilor de montaj din radiotehnică, colofoniul se folosește, fie în stare naturală (în special cel de culoare deschisă care emană mai puțin fum), fie în soluții. Colofoniul în soluție se poate prepara după următoarele rețete:

— Colofoniu 15%;
— Alcool etilic 85%;

Se freacă colofoniul într-un mojar de porțelan și se dizolvă în alcool etilic; fondantul se filtrează apoi prin vată de sticlă, se încălzește timp de 2 ore la temperatura de 75°C într-un balon de sticlă cu refrigerent într-o baie de apă; se păstrează în vase de sticlă bine închise;

— Colofoniu 50 g;
— Glicerină 100 m;
— Alcool etilic 850 m;

Se topeşte şi se filtrează colofoniul; peste el se toarnă amestecul cu glicerină şi se încălzeşte la 80—90°C, amestecindu-se.

Fondantul se păstrează în vase de sticlă bine închise.

După 4—5 zile de depozitare, eficacitatea lui de fondare scade; deci nu trebuie pregătit în cantităţi mari.

Aceste soluţii decapante nu sînt corosive şi se folosesc pînă la temperatura de lipire de 300°C, fără să aibă însă o acţiune decapantă prea puternică.

Pentru a satisface diferite nevoi de decapare a pieselor acoperite cu straturi galvanice pasivizate (piese de Zn introduse în baie de anhidridă cromică, acid sulfuric şi acid azotic), sau a celor oxidate mai puternic şi unde soluţiile de colofoniu arătate sînt puţin eficace, s-au pregtit aşa-numiţii fondanţi activaţi.

**Fondanţii activaţi** au la bază colofoniul în care se amestecă mici cantităţi de anilină clorhidrică, fenolică sau fosforică, după reţeta:

— Anilină clorhidrică 1,75%
— Glicerină 1,5%
— Colofoniu 96,75%

Dacă colofoniul se distilă în prealabil în vid, capacitatea de decapare a soluţiei creşte.

Prin adăugarea de white-spirit pînă la 25%, viscozitatea fondantului poate fi variată de la lichid la solid.

Pentru cazuri speciale se poate mări eficacitatea fondantului activat prin introducerea în reţetă a unor mici cantităţi de clorură de zinc. În acest caz, resturile de fondant se vor îndepărta prin spălare şi ştergere, întrucît acestea produc coroziunea îmbinării.

Alteori se foloseşte dietilamina clorhidrică ca activant al fondantului pe bază de colofoniu.

În tabela III.1 se prezintă compoziţia, domeniul de folosire şi consumul necesar pe centimetru pătrat al fondanţilor folosiţi în montajele radioelectronice. Cantitatea de fondant ce se prepară nu depinde numai de componenţi, ci şi de ordinea în care aceştia se introduc în amestec; pentru aceasta este necesară să se respecte cu stricteţe instrucţiunile tehnologice.



*Tabela III.1*

**Fondanţi folosiţi în procesul de lipire la montajele radioelectronice**

| Tipul | Compoziţia | Domeniul de folosire | Consum g/cm² | Îndepărtarea resturilor |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Anticorosivi | — acid ortofosforic<br>— alcool<br>— apă | Piese brute de Cu, Am, ce se pot spăla în apă caldă | 0,11 | Spălare cu apă şi uscare în termostat la 100°C |
| | — vaselină<br>— trietanolamină<br>— acid salicilic<br>— alcool | Îmbinări de piese de Cu, Am, Ag etc. în montaje | 0,15 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în alcool etilic |
| Fără acizi | — colofoniu natural | Piese de Cu, Am | 0,13 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în alcool etilic |
| | — soluţie de colofoniu în alcool | Îmbinări de Cu, Am | 0,10 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în alcool etilic |
| | — colofoniu<br>— glicerină<br>— alcool | Lipirea sistemelor închise şi tuburi capilare | 0,12 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în alcool etilic |
| Activaţi | — anilină clorhidrică<br>— colofoniu<br>— glicerină | Piese din metale feroase şi neferoase | 0,13 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în alcool etilic |
| | — colofoniu<br>— anilină clorhidrică<br>— trietanolamină<br>— metanfenilamină<br>— dietilamină clorhidrică<br>— alcool | Piese din fier, oţel, crom-nichel, argint, piese oxidate şi pasivizate | 0,15 | Ştergere cu o cîrpă uscată înmuiată în alcool, acetonă |
| | — colofoniu<br>— clorură de Zn<br>— alcool | Piese din metale nobile (Ag) | 0,11 | Ştergere cu cîrpă înmuiată în solvent |
| | — colofoniu<br>— clorură de Zn<br>— vaselină | Piese din metale feroase şi neferoase pentru îmbinări rezistente | 0,12 | Spălare în benzină, apoi în apă caldă şi uscare |

## 4. Aliaje de lipit tubulare

Întrucît formele sub care se prezintă aliajele în vederea operației de lipire pot influența calitatea lipiturii, aceste forme au preocupat permanent pe constructorii și tehnologii de montaje electrice.

Pînă în prezent s-au impus două forme, legate fiecare de un procedeu de lipire:

— forma tubulară a aliajului în cazul lipirii cu ciocanul de lipit și

— forma lichidă a aliajului, în cazul lipirii în băi sau cu instalația semiautomată cu jet (valuri staționare).

Forma tubulară a aliajelor de lipit, cu secțiune circulară și cu diametru exterior cuprins între 1 și 5 mm, este impusă de o serie de avantaje, și anume:

— aplicarea simultană aliaj și fondant pe locul de îmbinare, deci o operație de lipire mai ușoară;

— lipirea mai ușoară în punctele greu accesibile;

— se asigură debitarea cantităților potrivite de fondant la locul lipiturii, ca urmare a dozării prealabile a acestuia în tub;

— se înlătură risipa de material;

— productivitatea muncii crește;

— topirea aliajului se face în momentul cînd fondantul se află în starea cea mai activă;

— se înlătură posibilitatea de impurificare accidentală a fondantului.

Singurele neajunsuri ale aliajelor de lipit tubulare sînt acelea rezultate dintr-o întrerupere posibilă în debitarea

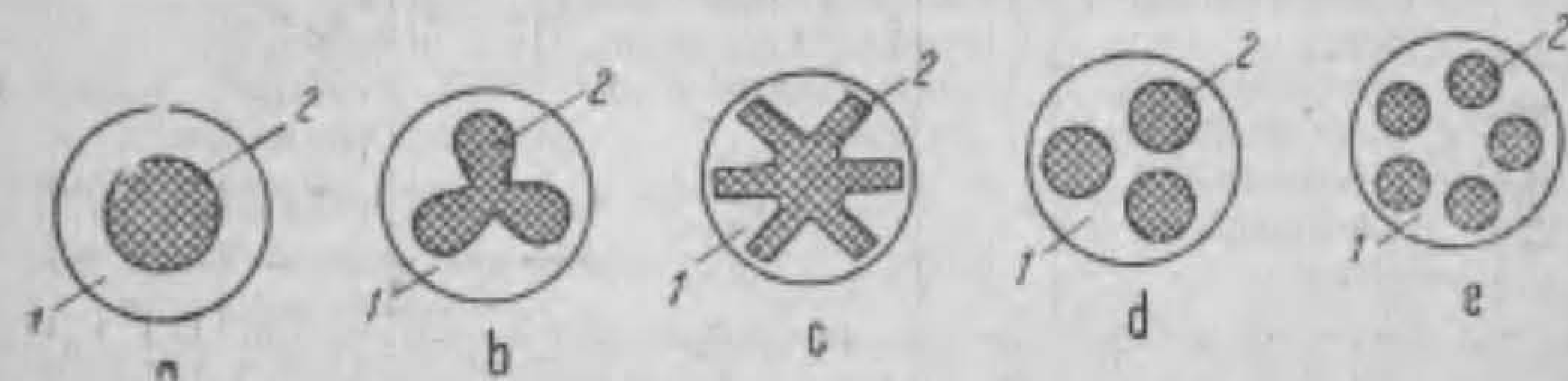



**Fig. III.1. Diferite forme de secțiuni ale aliajelor de lipit tubulare:**

a — circulară; b — trifoi; c — steluță; d — 3 canale de fondant; e — 5 canale de fondant.

fondantului, în cazul existenței unor goluri în brazură, și vaporizarea fondantului pînă la topirea pereților prea groși



și tubului; rezultă în acest caz așa-numitele lipituri false.

Formele și secțiunile aliajelor de lipit tubulare variază după nevoi (fig. III.1 și tabela III.2).

Un element important îl constituie raportul între cantitatea de aliaj și cea de fondant. Pentru tuburile folosite în lipituri la montaje radioelectronice se recomandă ca miezul de fondant să reprezinte 2—3% din greutatea totală a aliajului.

În montajele cu piese miniaturizate se folosesc tuburi cu diametrul exterior de 1—3 mm, iar cel interior de 0,5—1,5 mm.

*Tabela III.2*

**Diametrele aliajelor tubulare**

| Exterior | Interior |
|---|---|
| 1 | 0,5 |
| 1,5 | 0,75 |
| 2 | 1 |
| 2,5 | 1,25 |
| 3 | 1,5 |
| 4 | 2 |
| 5 | 2,5 |

Ca fondant pentru umplerea tuburilor se folosește colofoniu curat și mai des soluțiile activate avînd ca bază colofoniu, acesta avînd capacitate mai mare de fondare.

Ca aliaje de lipit se folosesc: $Sn_{60}$-$Pb_{40}$ și $Sn_{50}$-$Pb_{50}$.

Confecționarea aliajelor tubulare se face prin presare într-un dispozitiv de extrudere a aliajului, care profilează tubul acestuia și în golul său pătrunde fondantul pe măsura presării (fig. III.2).

Aliajul cald sub formă de pastile este introdus în cilindrul *1*, este presat cu poansoanele *2* în camera *3*, formată din gura *4* și duza *5*. Presînd prin duza *5*, din aliaj se formează un tub cu diametrul exterior egal cu al duzei. Gura *4* este în legătură cu un rezervor în care se află fondant topit. La împingerea aliajului prin interstițiul *3*, care dă grosimea peretelui, fondantul este aspirat prin gura *4* și umple golul tubului.

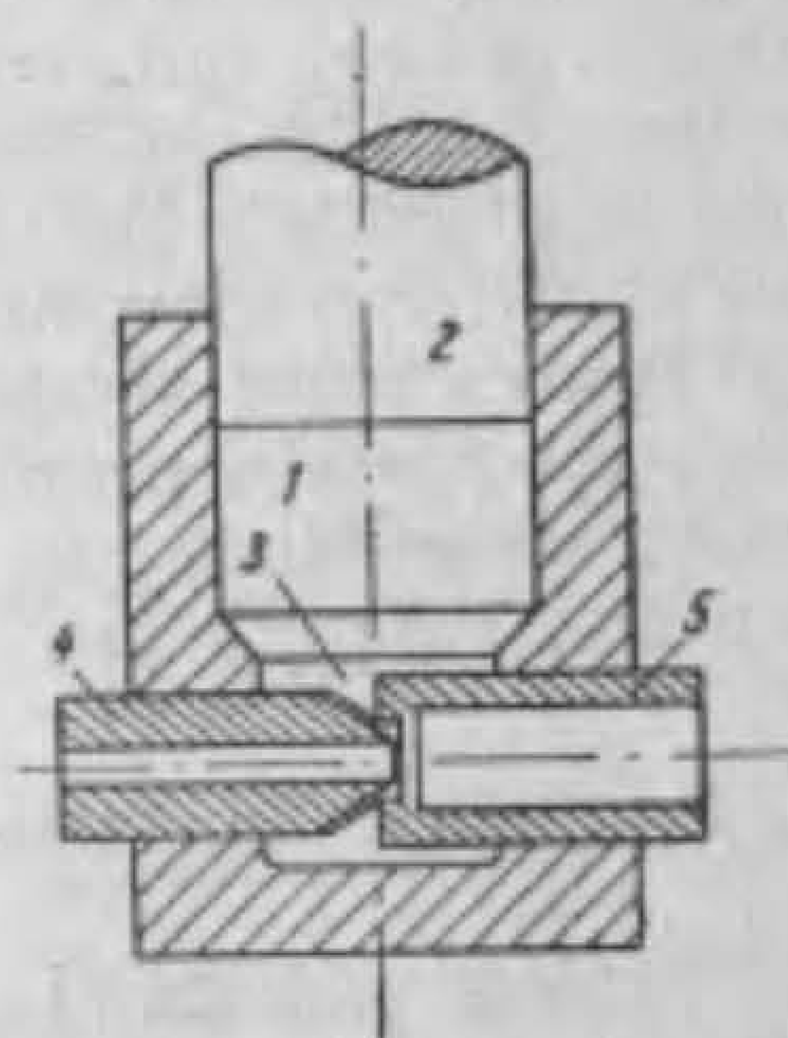



**Fig. III.2. Dispozitiv de presare pentru formarea aliajului tubular:**

1 — cilindru; 2 — poanson; 3 — cameră de trecere a aliajului; 4 — gură de injectare a aliajului; 5 — duză.

Dispozitivul se montează pe o presă hidraulică de circa 50 tf.

Se pot face încercări ale aliajelor tubulare, cînd eficiența combinației aliaj de lipit-fondant se apreciază prin gradul de umezire și suprafața de întindere a aliajului într-un timp de 3—5 s pe diverse metale de bază.

## IV. PREGĂTIREA PIESELOR PENTRU LIPIRE

Condițiile tot mai deosebite în care sînt puse să funcționeze aparatele de radio, televizoarele și toate aparatele electronice în general — condiții climatice, solicitări mecanice, vibrații, șocuri la transport — reclamă numeroase măsuri tehnice în executarea montajelor mecanice și electrice și respectiv o lipire a îmbinării pieselor din aceste montaje cît mai corespunzătoare.

Întrucît după lipire, elementele montajului electronic trebuie să asigure o conductivitate electrică ridicată, o bună rezistență mecanică și o mare rezistență la coroziune și agenți externi, îmbinările lipite nu trebuie să prezinte pori, sufluri sau bule în care să pătrundă praful și umiditatea și nici să prezinte schimbarea valorilor nominale ale parametrilor electrici ai elementelor montajului.

Pentru toate aceste motive, lipirea este precedată de o serie de operații pregătitoare ce trebuie făcute, fie că este vorba de producție de serie în uzină, fie de construcția de unicate, reparații etc.

### 1. Pregătirea conductoarelor (conexiunilor)

Tăierea conexiunilor de grosimi și lungimi necesare și desizolarea la capete se face potrivit desenului de montaj, după care capetele se cositoresc (dacă conexiunile n-au fost în general cositorite în procesul lor de producție).

Tăierea și desizolarea se fac, fie cu cleștele special de tăiat și desizolat, fie cu penseta specială de desizolare, fie cu cuțite — ghilotină, fie în sfîrșit cu mașini automate care fac simultan ambele operații.

Mașinile automate de tăiat conexiuni au posibilități de tăiere și desizolare a conexiunilor de la lungimi de 20—30 mm



la 1 800 mm și grosimi pînă la 2 mm, cu o producție de 2 000—3 000 bucăți/oră.

Conexiunile pot fi desizolate și prin arderea izolației din mătase sau P.V.C., prin introducerea într-un dispozitiv format dintr-un tub de porțelan cu un element de încălzire, închis la exterior cu un strat de azbest; neajunsul este că se degajă fum prin ardere. Uneori conexiunile se curăță mecanic cu hîrtie abrazivă „00".

Conductoarele subțiri izolate cu lac sau mătase (liță de înaltă frecvență) se pot curăța, fie prin ardere, fie prin cufundarea capetelor într-o soluție de 30% sodă în apă la 100°C, urmată de spălare în apă caldă și apoi în apă rece.

Acest procedeu are dezavantajul că, conductorul își poate pierde rezistența mecanică sau se poate chiar arde.

Un alt procedeu recomandă încălzirea unei tablete de aspirină prin apăsare cu vîrful ciocanului de lipit normal încălzit pînă cînd aceasta se topește. Se folosește pasta rezultată în loc de colofoniu; se curăță și se cositoresc totodată ușor, pînă la 30 × 0,05 fire liță în 5 secunde.

Cînd conexiunile necesită cositorirea la capete (dacă n-au fost livrate cositorite sau apar totuși oxidate), acestea, după tăiere și desizolare, se fac mănunchiuri mici, avînd capetele desizolate la aceeași înălțime și resfirate, se înmoaie în decapant și apoi se introduc în baia de aliaj de lipit — la 250°C — numai cu porțiunea desizolată; se scot și se scutură ușor de excesul de aliaj de lipit.

În montajele electronice clasice, pentru omogenizarea și ordonarea schemelor și pentru rezistență mecanică se folosesc adesea conexiuni împletite, iar alteori mănunchiuri de conexiuni de diferite lungimi ce se formează pe șabloane de lemn, iar apoi se leagă cu ață de in cerută sau se trec prin tuburi din P.V.C. (fig. IV. 1).

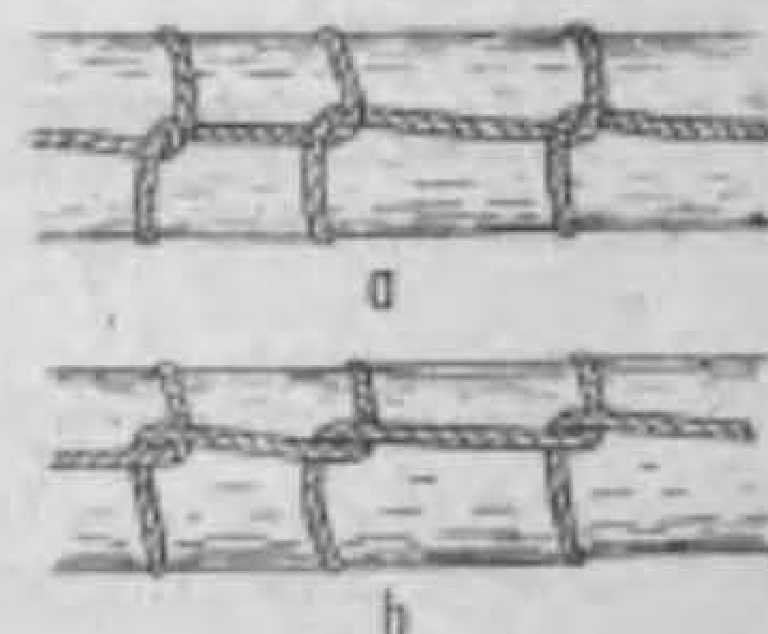



Fig. IV.1. Legarea mănunchiului de conexiuni: a — corect; b — greșit.

Conexiunile ecranate cu împletituri din sîrmă subțire de Cu, se taie și se curăță la capete — simultan — cu clești speciali care au în fălcile de tăiere trei perechi de cuțite cu deschideri în planuri diferite pentru grosimea tresei-ecran a izolației din P.V.C. și pentru desizolarea capătului conductorului.

Aceste conexiuni se matisează cu conductor de Cu monofilar (de ⌀ 0,25—0,5 mm) în forma unei bobine spiră lingă spiră, la ambele capete, şi apoi se cositoresc spre a împiedica destrămarea la capătul tresei pe o lungime egală cu diametrul exterior al tresei de ecranare, lăsîndu-se un capăt de conductor de 50 mm pentru legarea la punctul de masă (fig. IV. 2).

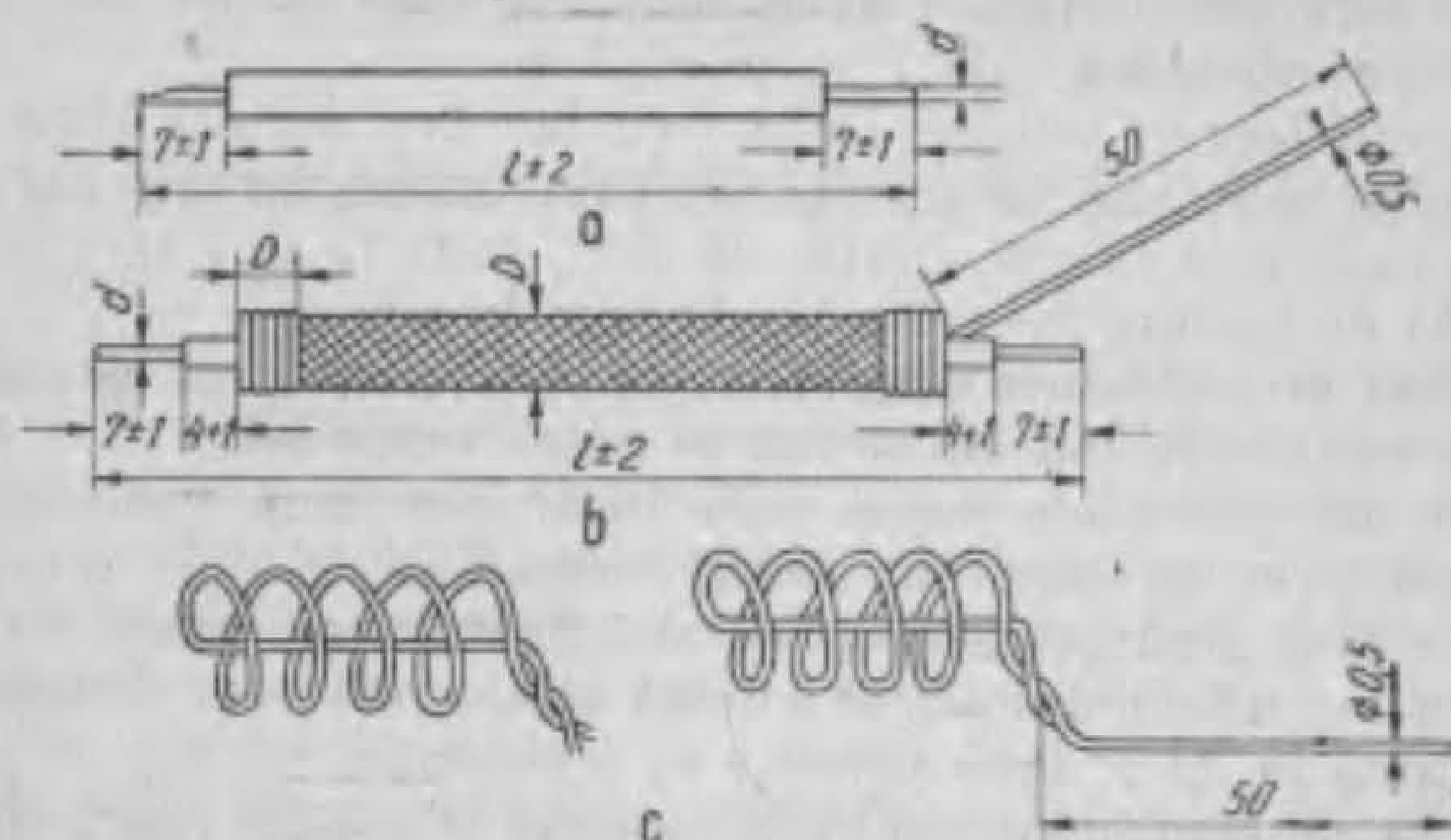



**Fig. IV.2. Confecţionarea conexiunilor :**

*a* — conexiune izolată ; *b* — conexiune ecranată ; *c* — înfăşurări de matisare la conexiunea ecranată.

Uneori este necesar să se scoată conductorul izolat prin împletitura-ecran la o anumită distanţă de capătul ei ; pentru

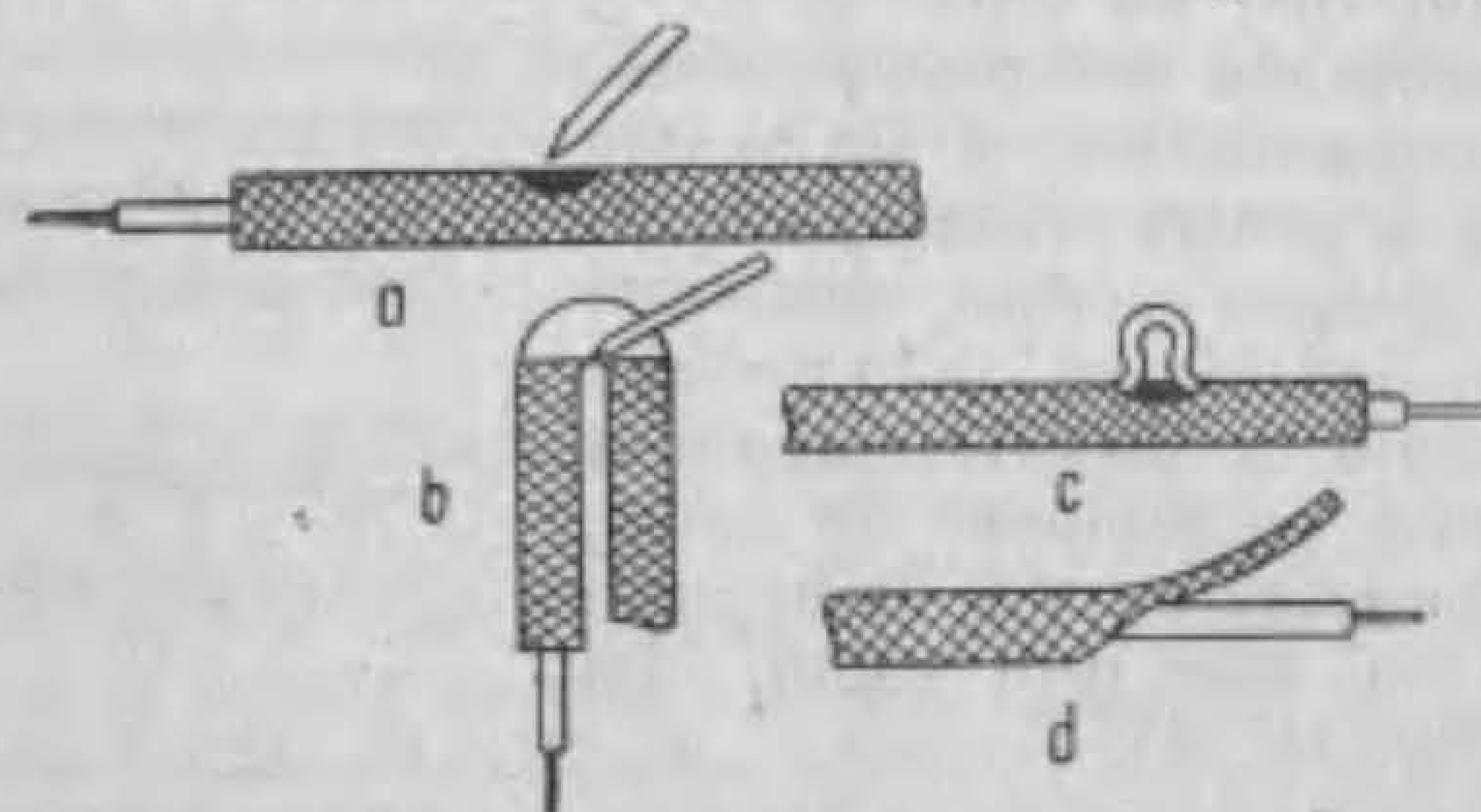



**Fig. IV.3. Scoaterea conductorului prin împletitura ecran :**

*a* — tăierea împletiturii ; *b, c* — scoaterea conductorului prin tăietură ; *d* — capătul conexiunii pregătit pentru fixare.

aceasta, se trage capătul de împletitură spre interiorul conexiunii ecranate, aceasta se lărgeşte şi se scoate prin imple-



[illegible]tură conductorul izolat ; cămaşa (tresa) metalică se întinde înapoi (în montaj aceasta se poate lega la punctul de masă) fig. IV.3.

### 3. Pregătirea pieselor prin degresare, decapare, acoperiri metalice

Suprafeţele altor piese, ca : öezele de contact, diferitele contacte şi piese pe care se practică legarea şi lipirea conexiunilor, se pregătesc prin cositorire, cadmiere, argintare galvanică în baie, după ce în prealabil au fost degresate şi decapate ; altfel există pericolul efectuării de lipituri false.

Pentru a îndepărta oxizii, grăsimile, praful, uleiurile minerale şi alte impurităţi de pe suprafaţa pieselor ce urmează să treacă în procesul de îmbinare prin lipire, acestea se degresează şi se decapează.

Piesele care se folosesc în montajele radioelectronice, şi care au adesea o configuraţie complicată, prezentînd orificii înguste, adîncituri, filete etc., se degresează mai întîi în petrol, după ce au fost legate, fără să se atingă, cu o sîrmă de Cu sau Am, sau, cînd sînt prea mici, se pun în coşuri din Am sau Al, găurite, timp de 3—6 minute.

Piesele din oţel carbon şi oţel aliat (nu şi cele de Cu, Al, Zn şi aliajele lor) se degresează apoi electrolitic în băi de oţel, prevăzute cu serpentine de încălzire, la 80—90°C într-o soluţie ce conţine : sodă caustică ; carbonat de sodiu ; silicat de sodiu ; fosfat trisodic.

După 3—6 minute piesele se scot din baie, se spală în apă caldă, apoi în apă rece curgătoare, şi se usucă în rumeguş din lemn de brad sau în curent de aer cald.

Decaparea pieselor de fier şi oţel se face în baie (din tablă de oţel căptuşită cu tablă de Pb) cu soluţie de acid sulfuric, timp de 3—8 minute, la 80—90°C, după care se spală în apă rece.

Decaparea pieselor din Cu şi aliaje de Cu, Am şi Bz se face în băi din material ceramic antracid în soluţie de : acid sulfuric ; acid azotic ; clorură de sodiu, în anumite procente, piesele fiind puse în coşuri de Al. După ce se ţin în baie pînă

la $1^1/_2$ minute, piesele se scot și se spală în apă rece, pentru a se îndepărta urmele de acid, și se usucă.

Cositorirea electrolitică a pieselor din Fe, Cu sau aliaje de Cu, se face, după degresare și decapare, prin introducerea pieselor în baie sau în toba de cositorire.

Ca materiale se folosesc: acid sulfuric concentrat; sulfat de Cu; cositor granule; sulfat de sodiu; fenol; anozi din plăci de cositor electrolitic pur.

Timpul de cositorire este de 1/2 ore. Piesele se spală apoi cu apă caldă și rece și se usucă în rumeguș sau în aer cald. Grosimea stratului de cositor trebuie să fie de circa 10 μ.

Cuprarea pieselor, atît pentru a le mări conductivitatea, cît și ca proces premergător nichelării, se face pe cale electrolitică în băi cu următorul conținut: apă; sare de Cu; cianură de potasiu; sulfat de Cu; anozi de Cu electrolitic. Timpul de cuprare este de 10—15 minute. Grosimea stratului trebuie să fie de 5—6 μ.

Zincarea pieselor de oțel se face, după degresare și decapare, în clopot rotativ din vinidur sau oțel căptușit cu ebonită ori policlorură de vinil, sau în baie fixă.

Ca materiale se folosesc: cianură de zinc, cianură de sodiu, hidroxid de sodiu, sulfură de sodiu, anozi de zinc, gelatină (adaos pentru luciu).

După 60—90 minute, piesele se scot din baie, se spală în apă rece, în apă caldă și apoi se usucă în rumeguș sau în aer cald. Grosimea stratului de zinc trebuie să fie:

**— pînă la 10 μ pentru Cu și aliajele sale;**
**— pînă la 15 μ pentru materiale feroase;**
**— pînă la 25 μ pentru materiale neferoase.**

Pentru a da pieselor zincate un aspect plăcut și a le mări totodată rezistența la agenți externi, acestea se pasivizează prin introducere, imediat după zincare și spălare, într-o baie de: anhidridă cromică, acid sulfuric, acid azotic, timp de cîteva secunde. Piesele se spală apoi în apă rece, în apă caldă, și după aceea se usucă în aer cald sau în rumeguș.

Lipiturile cu aliaj LP60 nu se pot efectua pe suprafețele pasivizate ale pieselor, acestea neaderînd pe astfel de suprafețe; pentru lipirea lor este necesară o prealabilă cositorire a punctelor de lipire și apoi pasivizarea. La temperatura de lipire, stratul pasivizat este ușor înlăturat de pe punctele cositorite și aliajul de lipit aderă pe locul de îmbinare. Se mai



poate înlătura stratul pasivizat cu un fondant acid, ale cărui resturi trebuie eliminate prin spălare, existînd în acest caz pericolul coroziunii în timp.

## 3. Fixarea mecanică a pieselor în montajele clasice și în cele cu circuite imprimate

Bornele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor, mai înainte de fixarea lor în montajele de radio, televiziune sau alte aparate electronice, se taie la dimensiuni corespunzătoare; la nevoie se cositoresc și se îndoaie convenabil.

Tăierea bornelor la dimensiunile necesare se face cu dispozitive de tăiere, în care lungimea este limitată de opritoare reglabile.

Îndoirea bornelor de ieșire se face într-un dispozitiv special.

Îndoirea făcută prea aproape de corpul condensatorului poate duce la crăparea masei plastice a acestuia. De asemenea, o îndoire bruscă poate face posibilă ruperea bornei de ieșire la o altă îndoire. Pentru același motiv, raza de îndoire a bornelor se recomandă să nu fie mai mică de 1,5 mm.

Cositorirea bornelor se face numai pe porțiunea de lipire și cît mai repede, pentru ca acestea să nu înmagazineze multă căldură care dăunează piesei respective.

La prinderea mecanică a conexiunilor, a rezistențelor și condensatoarelor în montaj pe cablaje clasice, trebuie să se țină seamă de destinația în exploatare a montajului, dacă acesta va fi pus să lucreze în condiții de solicitări mecanice, șocuri, vibrații, scuturături etc. sau în condiții de staționare fără a suporta aceste solicitări.

În prima alternativă, conexiunile se vor introduce prin gaura öezei sau a lamei contact și se vor lega bine prin înfășurare o dată sau de două ori în jurul piesei de care se lipește.

În a doua alternativă (de solicitări slabe) este suficientă introducerea capătului conductorului prin gaura öezei și îndoirea acestuia.

Pentru aceste operații se folosește penseta sau cleștele de apucat cu gura zimțată. Înfășurarea conductorului este obligatorie și în cazul prinderii mai multor conexiuni pe același loc de lipire. Între capătul înfășurat al conductorului și oeză (contact) nu trebuie să rămînă un interval mai mare de 60—80 μ, distanță suficientă pentru a permite aliajului de

lipit să pătrundă în interstițiul creat; o distanță mai mare micșorează rezistența mecanică a lipiturii și consumă mult aliaj de lipit. Se mai recomandă ca distanța dintre öeză și capătul izolat al conductorului să fie 1,5—2 mm.

În cazul necesității de îmbinare a două conductoare cap la cap (deși în general practica radiotehnicii nu o recomandă), capetele acestora se vor răsuci unul peste celălalt.

Prinderea mecanică a capetelor conductoarelor de contactele fixate în suportul tuburilor electronice se va face după ce contactele au fost îndoite la 45° cu ajutorul unei piese-ciupercă (fig. IV.4).

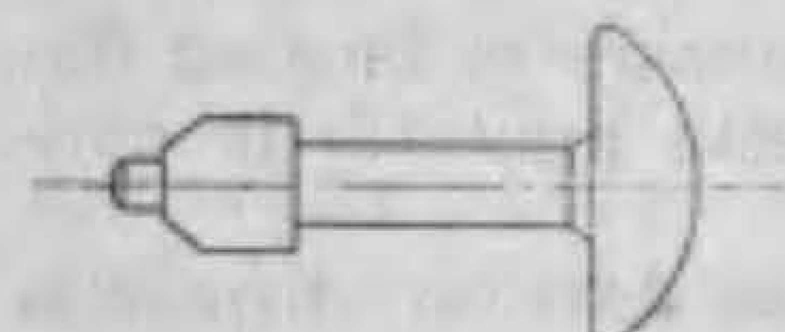


Fig. IV.4. Piesa ciupercă pentru îndoirea contactelor suporturilor tuburilor electronice.

Conductoarele nu se vor întinde în timpul fixării, pentru că aceasta ar dăuna în cazul vibrațiilor; lungimea lor se va stabili cu o anumită rezervă; același lucru este valabil și pentru bornele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor. Fixarea și poziționarea rezistențelor și condensatoarelor se va face astfel, încît să se poată citi pe ele marcarea (cifrele și literele ce indică mărimea parametrului electric). Întinderea lor nu este permisă nici după lipire, aceasta putînd provoca ruperi ascunse.

În timpul operației de montaj, aparatul sau șasiul pe care se asamblează piesele va fi fixat pe un suport rezistent care să permită accesul ușor în toate punctele de montaj.

În ultimii ani, cablajele cu montaj spațial din construcțiile radioelectronice tind să fie înlocuite cu cablaje imprimate, în care elementele schemei (conexiuni, rezistențe etc.) sînt înlocuite cu trasee din straturi conductoare, dispuse după un desen pe o placă din material dielectric, astfel încît lungimea și lățimea traseului parcurs să dea valoarea parametrului electric respectiv.

Pînă în prezent, tehnica sistemelor de imprimare n-a pus încă la punct componenții de înaltă calitate și mijloacele de imprimare la nivelul cerințelor de rezistență mecanică și climatică. Ne aflăm în prezent în etapa folosirii combinate a circuitelor imprimate pe placa din dielectric și montarea pe ea a elementelor spațiale (rezistențe, bobine, condensatoare etc.).

Aceasta a condus la reducerea gabaritului, mai ales acolo unde se folosesc tranzistoare în locul tuburilor electronice,



s-a redus greutatea și a crescut rezistența mecanică a montajelor.

De asemenea, și procesul de lipire s-a simplificat, folosindu-se metode avansate și de mare productivitate.

Un circuit imprimat se realizează, în general, folosind ca materiale de bază o placă-suport izolant, de obicei pertinax gros, de 1—2 mm, sau hîrtie stratificată (stratificate fenolice, hîrtie epoxy) sau în ultimul timp sticlă stratificată (siliconică, teflon), pe care se lipește printr-un procedeu tehnologic, pe una sau pe ambele fețe, o foiță de Cu cu puritatea de 99,95% și groasă de 35—70 μ.

Pentru realizarea traseelor conductoare pe placă se face mai întîi un desen, ținînd seamă de schema electrică a montajului și de normele internaționale C.E.I., mai cu seamă în ce privește poziția ce vor avea găurile în care se fixează și se lipesc mai tîrziu bornele de ieșire ale pieselor; se folosește o grilă standard și la intersecția dreptelor paralele și echidistante cu pas de 2,54 mm se dispun găurile care vor avea un diametru cuprins între 0,8 și 2 mm. În jurul găurilor se realizează pastile din foiță de Cu, cu diametrul de 4—5 mm.

Desenul circuitului se imprimă pe placă prin procedeul fotogravurii sau procedeul serigrafic și se acoperă cu un strat de vopsea antiacidă pe locurile în care urmează să rămînă traseele imprimate.

Placa se cufundă apoi într-o baie cu compoziție corosivă, de obicei clorură ferică, care elimină prin coroziune foița de Cu neacoperită cu vopsea.

După o curățire atentă, în placă se fac prin ștanțare decupările necesare și găurile de fixare a pieselor.

Pe partea opusă circuitului imprimat, în cazul suportului placat cu foiță de Cu numai pe o față se imprimă prin metoda offset conturul pieselor (rezistențe, condensatoare) și se înscriu valorile parametrilor electrici ai acestora.

În ultimul timp, pentru proiectarea expeditivă a traseelor imprimate se folosește o bandă și pastile de culoare neagră-mată cu adeziv puternic pe o față care dă posibilitatea lipirii și pe un suport din hîrtie sau sticlă stratificată. Cu această bandă se pot trasa circuite de lățimea dorită și de orice formă geometrică; fiind lipsită de reflexie ea dă o reproducere bună pe suportul placat. La urmă, placa cu circuitul imprimat se acoperă cu un loc protector care servește și ca flux în operația de lipire.

Adeseori, pentru a uşura sudura şi a mări rezistenţa de îmbinare, găurile de fixare a bornelor de ieşire ale pieselor se metalizează.

În general, succesiunea operaţiilor după imprimarea traseului conductor este: decapare, găurire, degresare, pasivizare şi acoperire cu strat protector.

Deoarece aderenţa foiţei de Cu ce formează circuitul pe placa-suport nu este totdeauna suficient de puternică, se folosesc uneori nituri tubulare (capse), care se fixează în găurile de trecere a bornelor şi care înlătură pericolul desprinderii foiţei de Cu, în cazul deslipirii bornelor pentru reparaţii în montaj sau în cazul aplicării unor forţe asupra piesei (fig. IV.5).

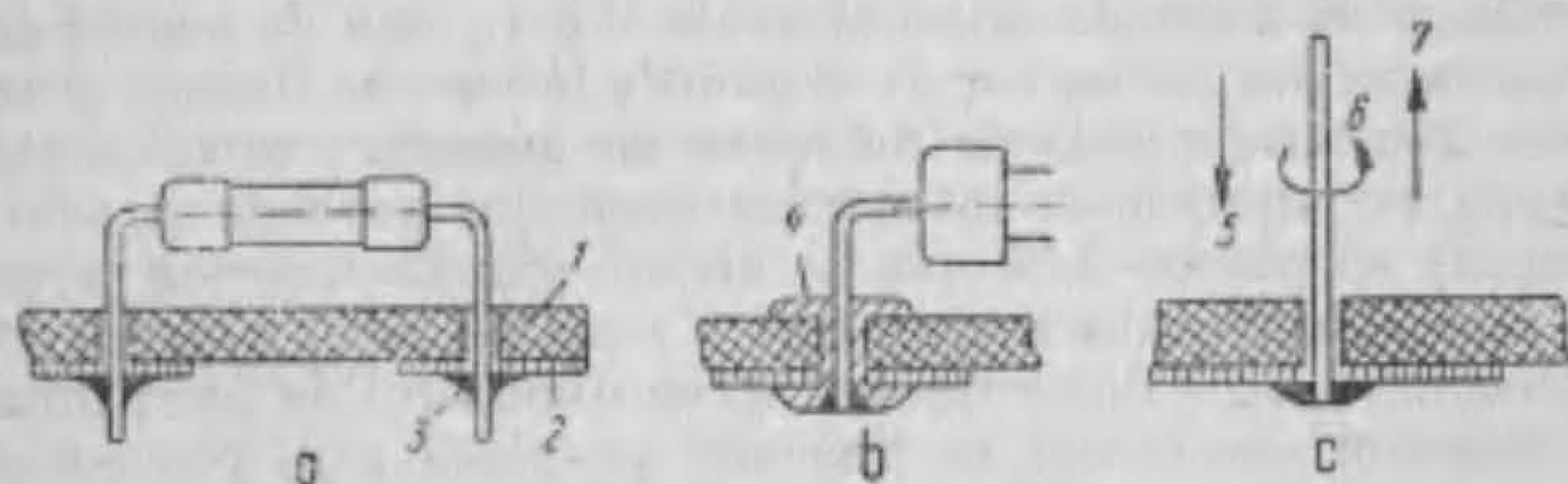



**Fig. IV.5. Îmbinarea bornelor de ieşire cu conductorul imprimat şi efectul unor forţe aplicate pe piesă:**

*a* — îmbinare normală; *b* — îmbinare cu capsă; *c* — rezistenţa îmbinării; *1* — suport izolant; *2* — foiţa de Cu; *3* — lipitură; *4* — capsă bercluită; *5* — forţă ce slăbeşte mult îmbinarea; *6* — forţă ce slăbeşte mai puţin îmbinarea; *7* — forţă ce nu slăbeşte îmbinarea.

Bercluirea (nituirea) niturilor (capselor) trebuie astfel făcută, încît să nu lase posibilitatea corodării de către resturile de fondant activ sub marginile capsei necorespunzător întoarse. Cum aceste nituri complică procesul tehnologic, îngreunează placa şi-i măresc preţul de cost, s-au căutat alte soluţii de aşezare, care totuşi să nu provoace deslipirea foiţei de Cu sub apăsarea piesei sau la şocuri mecanice, sprijinind piesele pe umeri, formaţi din înseşi bornele de ieşire, sau direct pe suprafaţa plăcii (fig. IV.6).

Montajele pe plăci cu circuite imprimate aduc o serie de avantaje:

— uşurinţa în muncă şi o mare productivitate prin folosirea unor procedee avansate de lipire;

— posibilităţi largi de mecanizare şi automatizare a montării pieselor.



Pentru aceasta, însă, piesele trebuie să îndeplinească anumite condiţii:

— să fie standardizate (de preferinţă să aibă forma circulară a bornelor, care se pot îndoi mai uşor în orice sens şi dau posibilitatea orientării acestora în cazul celor polarizate);

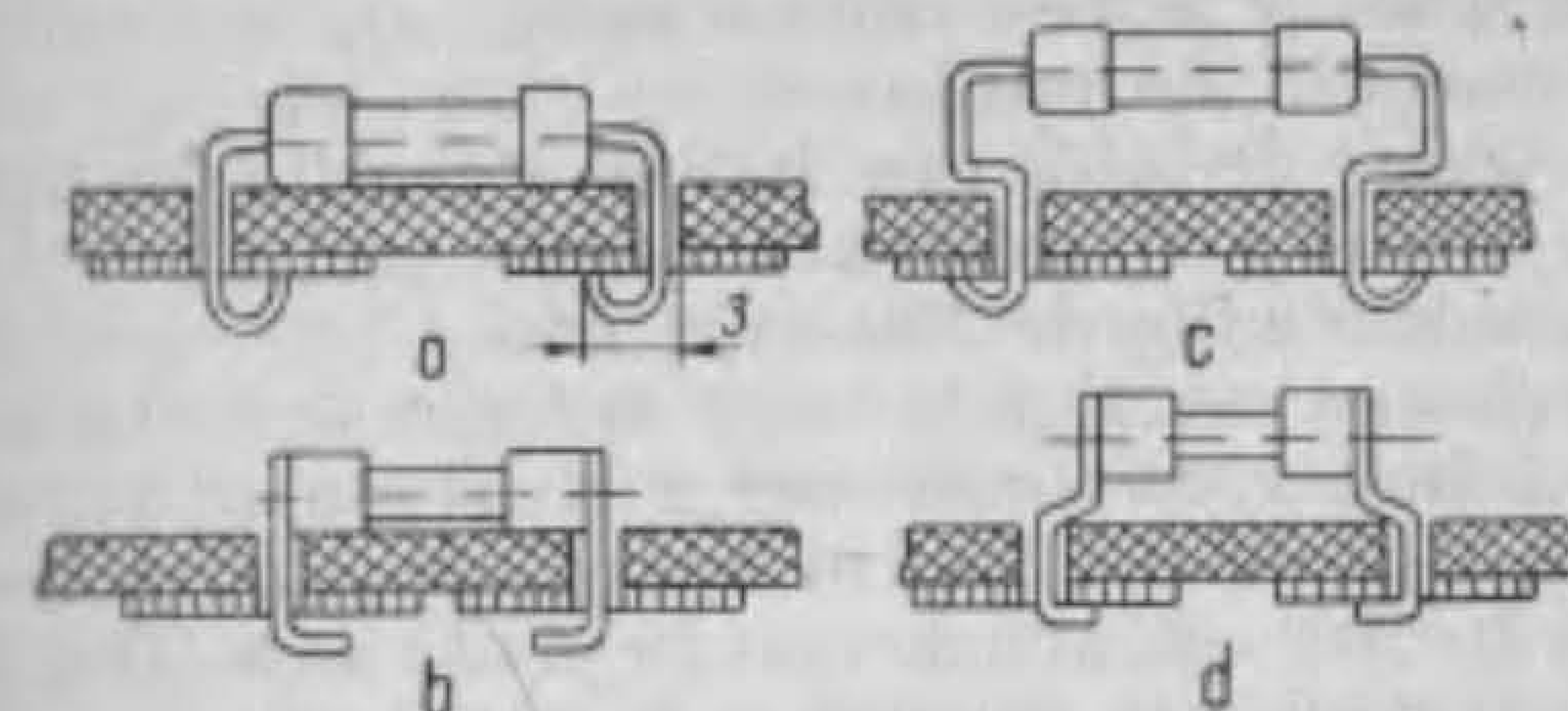



**Fig. IV.6. Diferite poziţii ale piesei pe placa imprimată:**

*a, b* — piesa se sprijină direct pe placă; *c, d* — piesa se sprijină prin umerii bornelor de ieşire.

— să nu-şi varieze parametrii nominali în timpul procesului tehnologic de montaj, lipire etc.

S-au construit diferite maşini pentru efectuarea automată a montajului plăcilor cu circuite imprimate. Acestea fac operaţii de curăţire a vopselei sau a lacului de pe borne, de orientare, introducere a bornelor în găuri şi îndoirea capetelor acestora pe faţa opusă a plăcii, conform cerinţelor tehnologice de rezistenţă, de lipire, de siguranţă în funcţionare.

## V. METODE DE LIPIRE, UTILAJE, SCULE ŞI DISPOZITIVE FOLOSITE

Pentru realizarea lipiturilor cu aliaje de lipit uşor fuzibile în montajele radioelectronice, se folosesc diverse utilaje, scule şi dispozitive, fiecare din acestea impunînd o anumită metodă de lipire.

### 1. Lipirea cu ciocanul de lipit

O primă metodă de lipire în montajele radiotehnicii este aceea a ciocanului de lipit cu acţiune continuă.

Cele mai simple ciocane de lipit se compun, de obicei, din următoarele piese mai importante:

— o tijă de Cu, cu diametrul cuprins între 6 și 10 mm și lungimea, între 100 și 150 mm;

— un element de încălzire (de obicei o spirală de Cr-Ni);

— un strat de azbest sau micanită, care izolează tija de Cu de elementul de încălzire;

— o carcasă de tablă care închide elementul de încălzire;

— un cablu de alimentare cu o fișă bipolară;

— un mîner lung de 100—150 mm.

Temperatura necesară la locul de lipire se realizează prin alegerea puterii corespunzătoare a elementului de încălzire și a masei tijei de Cu. Pentru lipirea îmbinărilor, în radiotehnică se folosesc ciocane de lipit cu puteri de la 30 la 200 W, în funcție de mărimea pieselor și de felul îmbinării. Alimentarea ciocanului de lipit se face de la rețeaua electrică printr-un transformator coborîtor de tensiune de 12—36 V. Alimentarea direct de la tensiunea de 110 sau 220 V nu este indicată, întrucît o străpungere a izolației între elementul de încălzire și tijă este periculoasă pentru operator.

Ciocanul trebuie să se încălzească repede, în aproximativ $1\,^1/_2$ minute de la conectare, să fie ușor și comod, iar tija să poată fi ușor înlocuită, atunci cînd, pe măsură ce se uzează în urma curățirilor, i se modifică temperatura de încălzire.

Forma tijei ciocanului poate fi dreaptă sau îndoită. Vîrful de lipire se pregătește astfel: în stare rece se pilește curat întreaga piesă de Cu pînă cînd dispar toate punctele negre (zgura); apoi se freacă cu hîrtie de șlefuit pînă cînd piesa devine strălucitoare, și numai după aceea se conectează. În timpul încălzirii se unge cu colofoniu pînă cînd acesta începe să fumege prin ardere; se înmoaie apoi vîrful în aliaj de lipit și colofoniu. Partea de lucru a tijei ciocanului de lipit se pilește în forma arătată în fig. V.1, pentru a ușura scurgerea aliajului de lipit la locul îmbinării.

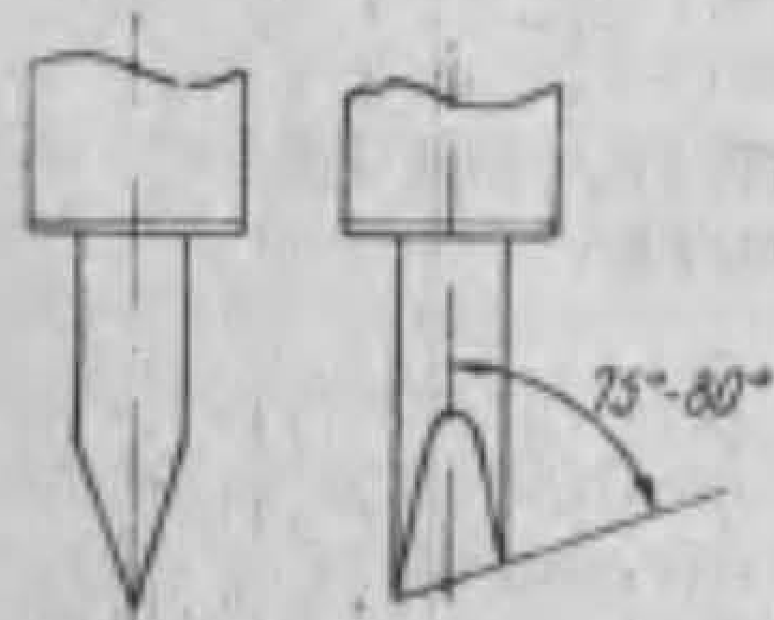


Fig. V.1. Forma vîrfului tijei ciocanului de lipit executată prin pilire.

Vîrful de lucru al ciocanului de lipit trebuie acoperit în timpul încălzirii la peste 125°C și periodic, în timpul lucrului, cu colofoniu, pentru a-l feri de oxidare.



La temperatura de topire a aliajului de lipit, vîrful ciocanului se aplică pe aliaj, și astfel acoperindu-se este protejat de oxidare.

În timpul unei folosiri îndelungate, pe partea de lucru a vîrfului ciocanului de lipit apar fisuri, în urma dizolvării superficiale a Cu; alteori, tot ca urmare a unei îndelungate folosiri, apar pe partea de lucru scorii cu conductivitate termică redusă, care trebuie îndepărtate prin ștergere cu cîrpa sau cufundare în colofoniu.

Ciocanul de lipit a ajuns la temperatura optimă cînd aliajul se topește repede (însă fără să alunece de pe partea de lucru), iar colofoniul fierbe pe vîrful acestuia.

Temperatura de lucru a ciocanului se menține între 240 și 300°C.

Pentru lipirea cu aliaj $Sn_{60}$-$Pb_{40}$ (LP60), temperatura vîrfului de ciocan este corespunzătoare dacă vîrful său aplicat pe o hîrtie de ziar o aprinde pînă la 5 secunde.

În perioada de lucru, ciocanul trebuie sprijinit pe un suport.

Pentru lipirea pieselor în montajele-radio se folosesc mai frecvent ciocane cu puteri de la 40 la 100 W, cu temperatura tijei de aproximativ 200°C, în cazul folosirii aliajului $Sn_{60}$-$Pb_{40}$, de aproximativ 250°C în cazul folosirii aliajului $Sn_{40}$-$Pb_{60}$. Pentru executarea lipirii în apropierea altor lipituri efectuate, sau a unor piese sensibile la căldură (bobine-transformatoare îmbibate cu lacuri de protecție, plăci electroizolante, compounduri de impregnare, diode cu Ge, tranzistoare) se folosesc aliaje de lipit cu puncte de topire mai joase și temperaturi mai scăzute ale vîrfului ciocanului de lipit.

Operația de lipire propriu-zisă constă în:

— aplicarea fondantului lichid, cu pensula, pe locul lipirii;

— aplicarea aliajului de lipit cu ciocanul pe locul îmbinării pieselor fixate mecanic;

— încălzirea locului lipiturii cu ciocanul, pînă cînd aliajul de lipit se topește, umezește locul și pătrunde în interstițiile pieselor care se lipesc și fuzionează cu metalele de bază;

— îndepărtarea vîrfului ciocanului.

Aliajele se transportă la locul lipiturii pe vîrful ciocanului sau, mai recomandabil, se așază acolo sub formă de sîrmă.

Piesele trebuie să rămînă nemișcate pînă cînd aliajul se întărește.

Se dau, în continuare, o serie de recomandări privitoare la lipirea cu ciocanul de lipit în montajele-radio.

— Fondantul lichid se va aplica cu o pensulă școlară (nr. 2—4), în strat subțire pe locul lipiturii, pentru a nu se întinde pe suprafața pieselor, producînd colectare de impurități, pătrunderi nepermise în locuri de contact (suporturi de tuburi electronice, potențiometre, comutatoare etc.).

— Se poate folosi colofoniu solid, în care se înmoaie vîrful ciocanului și se transportă o dată cu aliajul de lipit la locul lipiturii; acest sistem este neeconomic, consumînd mult colofoniu.

— Aliajul de lipit se va aduce la locul lipiturii sub formă de sîrmă (aliaj tubular), care se va ține cu o mînă, iar cu cealaltă se va manevra ciocanul, încălzindu-se locul lipiturii și aliajul de lipit; aliajul se transportă la locul de lipire și direct pe vîrful ciocanului, un vîrf bine cositorit putînd transporta atîta cositor cît este necesar pentru o lipitură normală.

— Cantitatea de aliaj care trebuie să rămînă pe locul lipirii se va aprecia vizual, ca rezultat al practicii; se poate spune că rezistența lipiturii nu este proporțională cu cantitatea de aliaj, rezistența maximă fiind dată de lipitura subțire, cu strat minim de aliaj (0,08 mm).

— Se va alege, în raport cu mărimea necesară a lipiturii, un aliaj tubular convenabil, cu diametrul exterior cuprins între 1,5 și 3 mm.

— Se va prefera, de cîte ori este posibil, folosirea aliajului tubular, care ușurează lipirea la locuri greu accesibile, reduce consumul de aliaj și fondant, elimină operația de aplicare a fondantului cu pensula, micșorează numărul de mînuiri în operația de lipire și înlătură posibilitatea impurificării lipiturii prin fondant; cum aliajul tubular conține cantitatea optimă de fondant, se va evita aducerea unei prea mari cantități de aliaj la locul lipiturii, care ar aduce și un exces de fondant cu urmări nedorite (lipituri false, impurificări).

— Ciocanul de lipit se așază la locul îmbinării astfel, încît să transmită metalelor de bază și aliajului de lipit întreaga căldură necesară, știut fiind că acestea au de obicei o conductivitate termică ridicată și disipă repede căldura (fig. V.2, *a,b*); o încălzire necorespunzătoare a locului de lipire și un exces de fondant conduc la realizarea așa-numitelor lipituri false (fig. V.2, *c*).

— Cînd se lipesc două piese diferite ca dimensiuni, ciocanul se va așeza pe piesa mai mare, iar în cazul pieselor cu



conductivitate diferită, pe piesa cu conductivitate termică mai mică.

— După așezarea ciocanului pe locul lipiturii, acesta nu se va mișca pînă cînd aliajul nu s-a topit și n-a curs umplînd

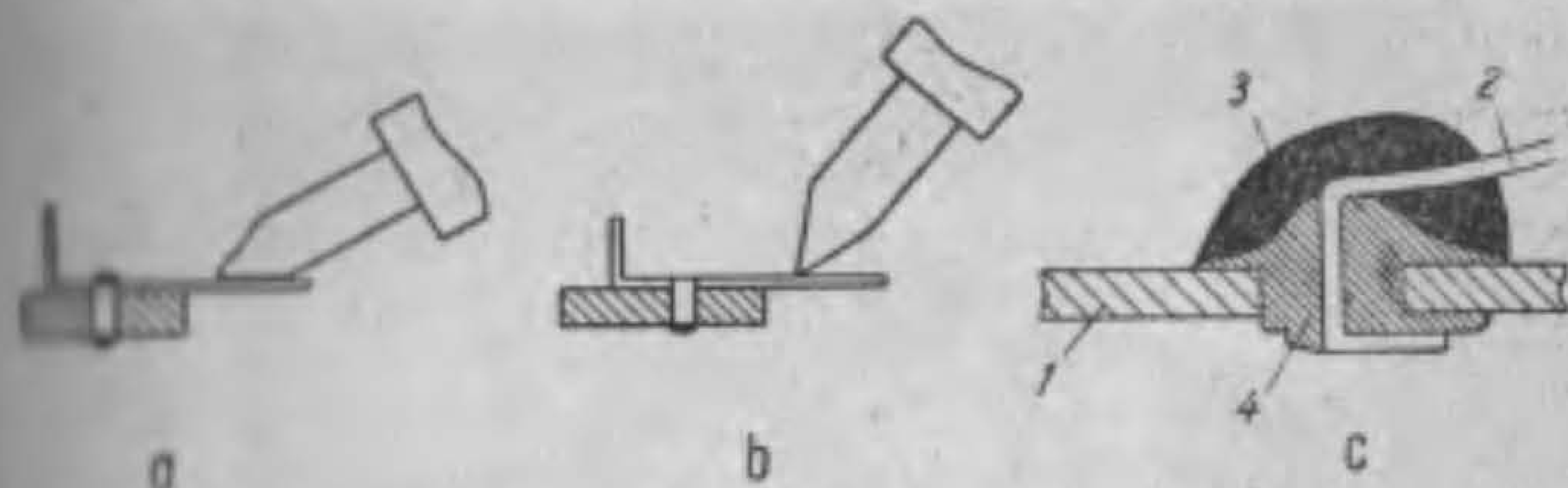



Fig. V.2. Poziția ciocanului de lipit pe piesă în timpul lipirii: *a* — corect; *b* — greșit; *c* — lipitură falsă; *1* — lamă de metal; *2* — conductor; *3* — aliajul din lipitură; *4* — fondant nears.

interstițiile; numai după aceea ciocanul se poate mișca de-a lungul îmbinării — pentru a ușura întinderea aliajului de lipit.

— Se va lucra cu un ciocan normal încălzit; o încălzire prea mică nu conduce la fluidizarea aliajului, și — ca urmare — acesta nu pătrunde în interstiții, producînd lipituri false (reci) cu rezistență mecanică mică și conductivitate electrică scăzută. O supraîncălzire a vîrfului de ciocan face ca aliajul de lipit să alunece de pe locul de lipire, nemaiavînd proprietăți de capilaritate. Se știe că aliajul LP60, denumit fludor, cînd se prezintă sub formă tubulară, are temperatura de topire de aproximativ 190°C, iar cea de lipire, de 240°C.

— Pe toată durata lipirii, piesele de lipit trebuie să rămînă nemișcate, pînă cînd aliajul se solidifică; ansamblul-montaj se va feri de mișcări și vibrații pe tot timpul efectuării lipiturii. În fig. V.3 se prezintă lipirea într-un montaj radioelectronic fixat pe cadru metalic care îl ferește de vibrații și permite accesul la toate punctele de lipire.

— Se va avea grijă ca în timpul lipirii să nu-și modifice poziția nici alte piese sau ansambluri care ar putea fi tensionate de piesele supuse lipirii; se va evita întinderea contactelor de pe suporturile tuburilor electronice, căci aceasta ar modifica poziția locașelor piciorușelor tubului; se evită ușor acest lucru, folosind calibre (o piesă cu piciorușe care le imită pe ale tuburilor) și care se vor fixa în suporturile tuburilor electronice pe tot timpul operației de lipire pe contactele

acestora (fig. V.4). Pentru a ușura lipirea acestor contacte, ele se deschid prin îndoire la un unghi de 45° cu ajutorul piesei-ciupercă.

— În uzine și ateliere, unde se lucrează conform fișelor

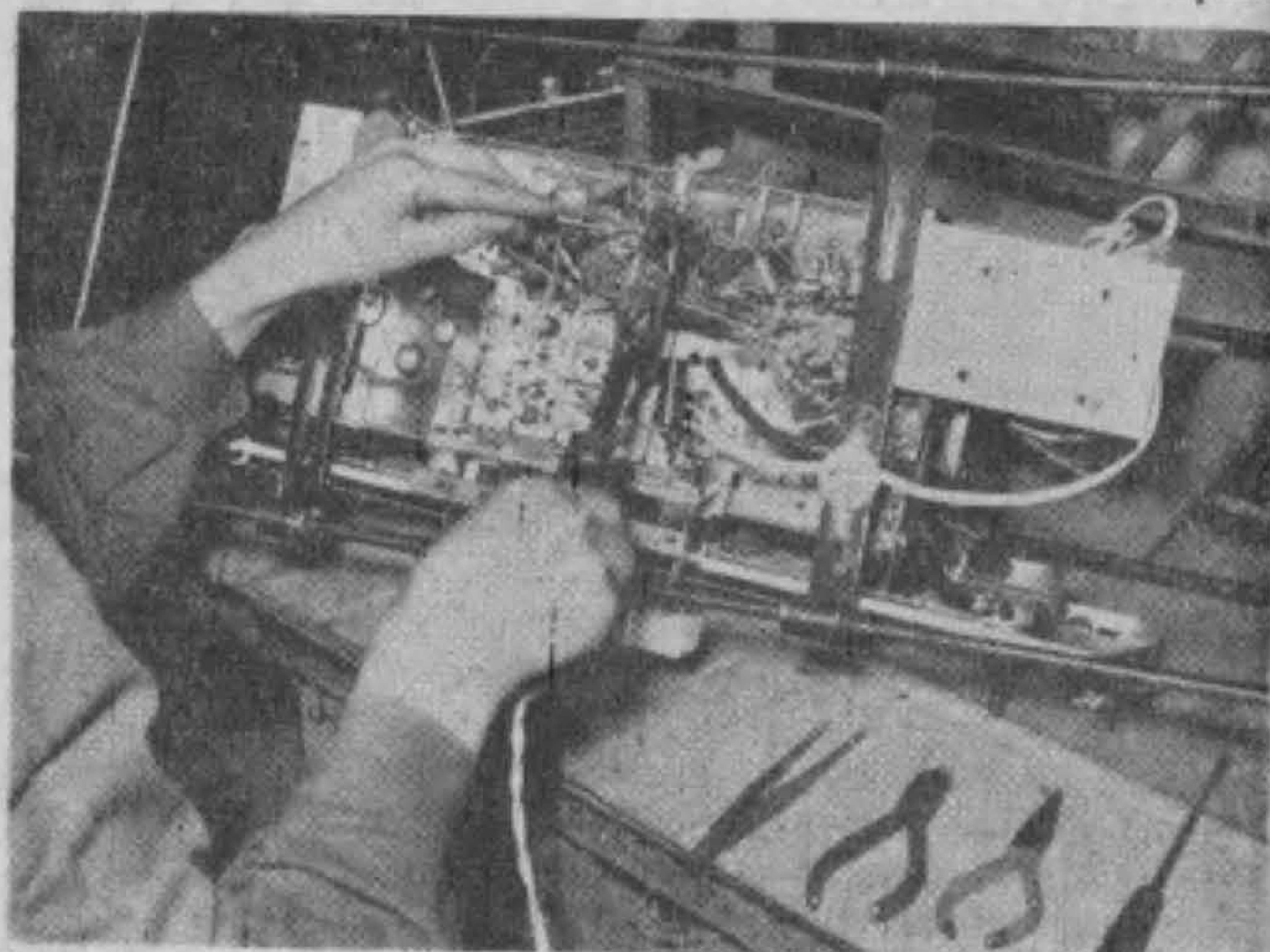


Fig. V.3. Lipirea cu ciocanul de lipit într-un montaj radioelectronic fixat pe cadrul metalic (vedere).

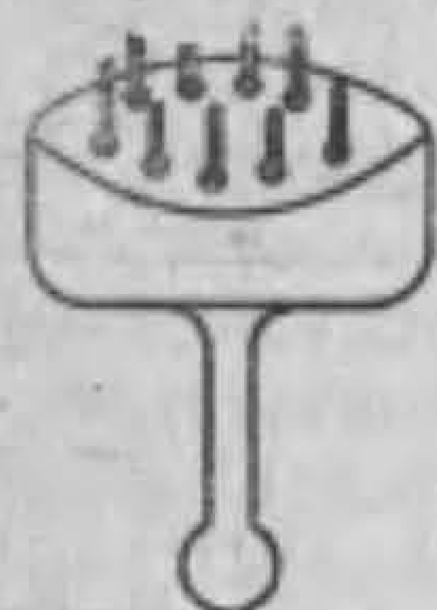


Fig. V.4. Calibrul care se introduce în găurile suportului tubului electronic pe timpul lipirii.

tehnologice, se va respecta succesiunea executării lipiturilor, pentru a nu lipi prea devreme puncte unde urmează să se fixeze spre lipire și alte piese; în acest scop — în fluxul tehnologic — la locurile de muncă unde se efectuează lipituri, se vor afișa schemele sau modelele cu operațiile de lipire ale locului de muncă respectiv, trasate în culori (de ex. se marchează cu roșu piesele și punctele care se lipesc la locul de muncă, respectiv cu negru cele care s-au efectuat la locul de muncă precedent, și cu albastru, cele ale locului de muncă următor); se pot, de asemenea, numerota piesele și punctele de lipire pentru a se arăta succesiunea acestora.



— Dacă este absolut necesar ca lipiturile să fie spălate (cînd s-a folosit accidental un fondant activ care ar putea provoca coroziuni în timp) se folosește pentru aceasta o pensulă sau cîlți din bumbac, înfășurați pe o pensetă și îmbibați în alcool, benzină sau acetonă. Se va avea grijă să nu se șteargă marcările pieselor.

— La montajele pe plăci cu circuite imprimate, unde punctele de lipire sînt situate pe aceeași parte a plăcii, pentru lipire se impun metode expeditive și cu mare productivitate (lipirea în băi sau cu instalații semiautomate), ciocanul de lipit rămînînd a fi folosit în cazul depanărilor, de către radioamatori și, mai rar, în uzine. Cînd însă, pentru montaje se folosesc plăci cu circuite imprimate pe ambele fețe, lipirea cu ciocanul de lipit rămîne însă singura metodă folosibilă.

## 2. Lipirea în băi de lipire

S-au construit tipuri de băi de lipire cu cositor pentru satisfacerea diverselor nevoi de producție, acestea variind ca putere, mărime, tensiune de alimentare (de ex. băi de 150 W; 250 W; 500 W; 750 W, cu suprafață utilă de la 60 la peste 500 cm², alimentate direct de la rețea sau printr-un transformator coborîtor de tensiune de 24—36 V).

Astfel, pentru cositorit capete de conexiuni sau capetele bornelor de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor se folosesc băi de 150 W, alimentate la 24 V.

Pentru lipirea de serii mijlocii și mari de montaje pe plăci cu circuite imprimate se poate folosi o baie de lipire de mărime convenabilă, cu o suprafață utilă de 400 × 200 mm, folosind aliajul LP60.

Încălzirea băii se poate face cu ajutorul a trei rezistențe, legate, în triunghi, la rețeaua de 220 V trifazat, sau, în paralel, la 220 V bifazat; comanda automată se face printr-un disjunctor cu un termostat; punerea în funcțiune se face numai printr-un întreruptor; variația de temperatură nu depășește 5°C.

Reglarea temperaturii se face astfel:

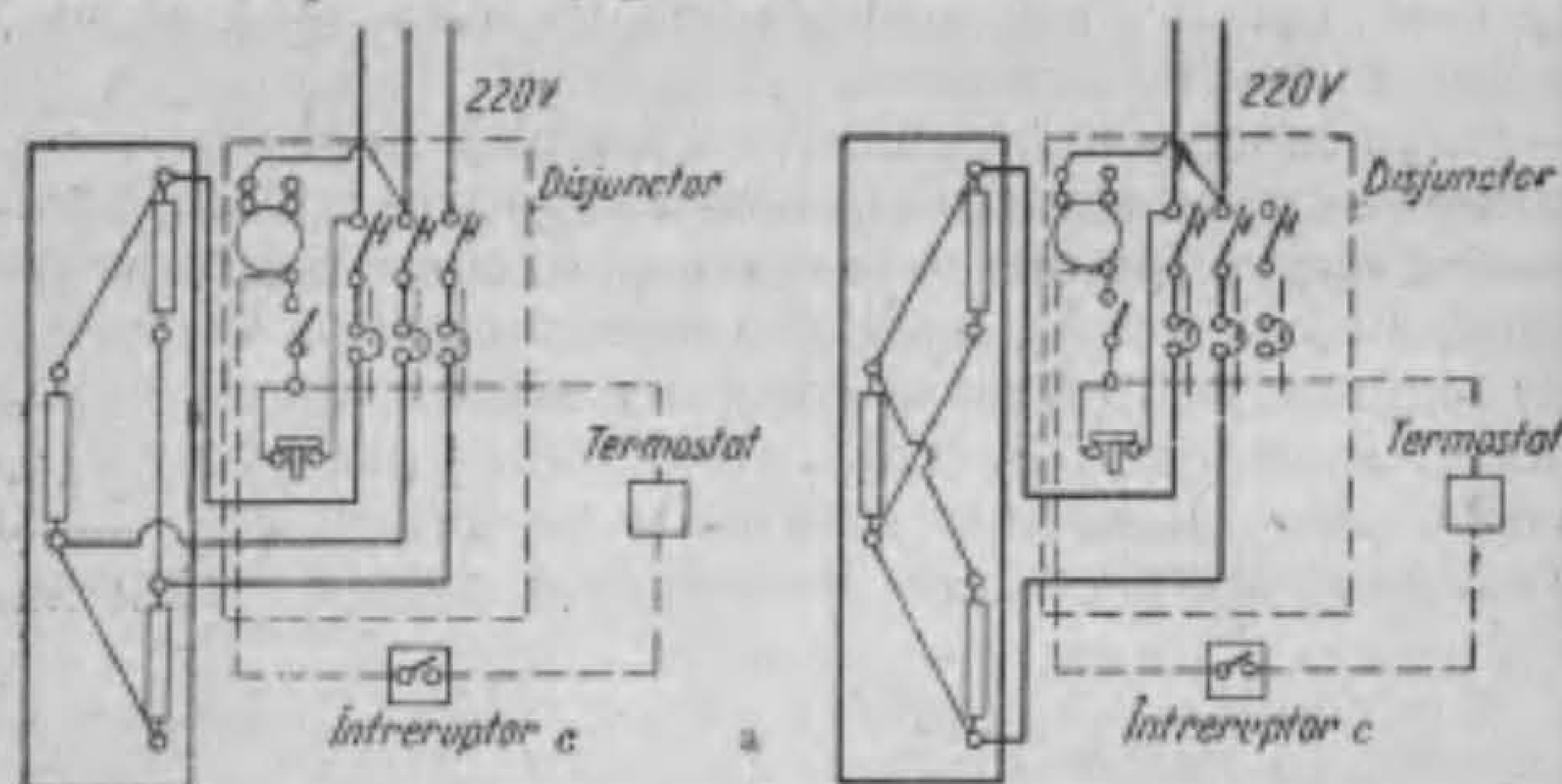
— se conectează baia prin întreruptorul $C$;

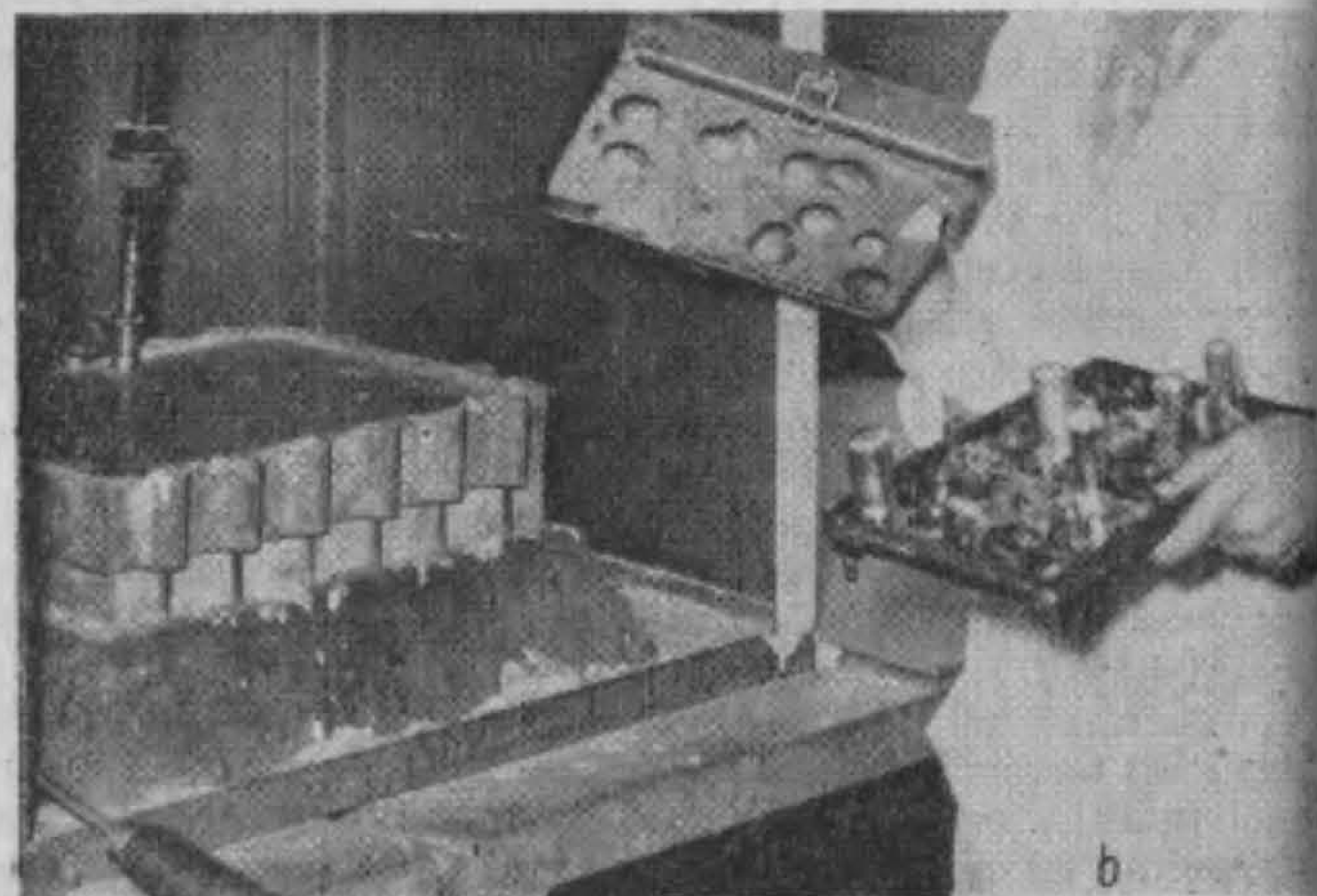
— se așază termostatul pe 250°C;

— la 15 min. după intrarea în regim se controlează temperatura cu ajutorul unui termometru de 300°C; îndată ce acesta marchează 230°, se rotește încet butonul

gradat al termostatului către zero, pînă se obţine punctul declanşării disjunctorului;

— la punerea în funcţiune următoare se acţionează numai de la întreruptorul *C* (fig. V.5).




b

**Fig. V.5. Baie de lipire:**
*a* — schema electrică; *b* — baia în lucru.

Temperatura de folosire a băii este cuprinsă între 225° şi 245°, durata lipirii fiind cuprinsă între 5 şi 15 secunde.

În cap. IV s-a arătat că, la procedeul de realizare a circuitelor imprimate prin corodare, colofoniul cu ceară constituie fondantul care acoperă pelicula de Cu şi în procesul de lipire.



În cazul folosirii procedeului de realizare a circuitelor prin transport, ca fondant se foloseşte soluţia de colofoniu în alcool, şi se aplică pe placă cu o pensulă sau cu un pistol de pulverizare, după montarea pieselor, placa ţinîndu-se cît mai înclinată — pentru a nu pătrunde fondantul prin găuri pe piese; placa se usucă apoi pe suporturi, aşezată cu fondantul în jos. Placa astfel pregătită (cu piesele montate pe ea şi acoperită cu fondant) se cufundă în topitură pînă la 1/2 din grosimea sa, după ce în prealabil de pe suprafaţa oglinzii de topitură a fost îndepărtat stratul de oxizi cu o lopăţică; uneori, pentru a preveni oxidarea, se acoperă oglinda de topitură cu un strat subţire de ulei de cocos. Pe timpul cufundării, placa va fi fixată pe un dispozitiv. Nu se recomandă prinderea plăcii de piesele mai mari fixate pe ea, întrucît se pot mişca şi lipi în poziţie necorespunzătoare.

Temperatura aliajului şi durata de lipire determină regimul de lucru.

În cap. I s-a arătat că o lipire bună are loc cînd se face şi o umezire bună a suprafeţei de lipire.

Cercetările efectuate în cazul folosirii aliajului de lipit LP60, cu durată de lipire de 3 secunde, au arătat că în intervalul de la punctul eutectic de topire, 183,3°C, pînă la temperatura de lipire de 240°C se face numai o umezire parţială a suprafeţei foiţei de Cu de pe placă, în timp ce la temperatura de 260° C are loc o umezire totală, dar cu o deteriorare a pertinaxului (fig. V.6).

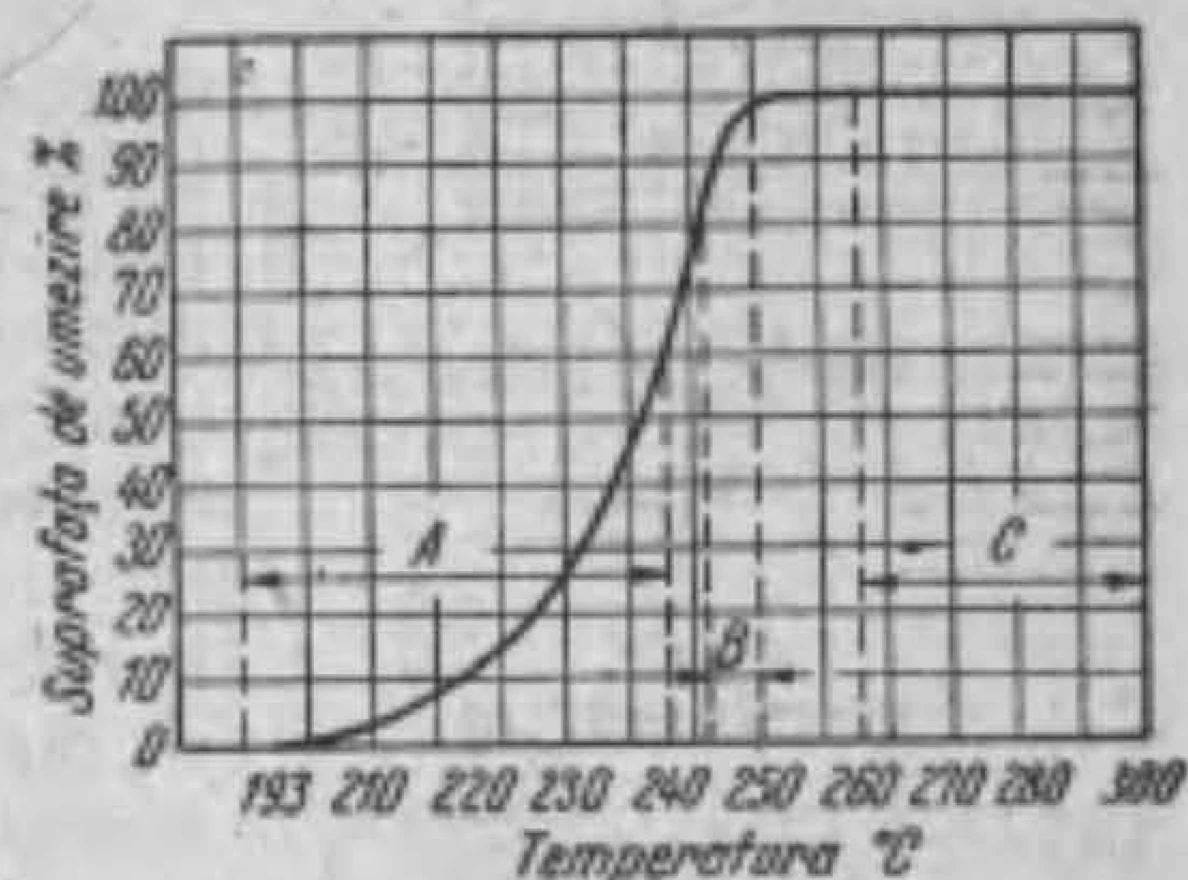



**Fig. V.6. Curba de variaţie a suprafeţei de umezire în funcţie de temperatura aliajului:**
*A* — zona umezirii parţiale; *B* — zona umezirii optime; *C* — zona umezirii totale.

Se alege ca temperatură optimă cea între limitele 245—250°C, care se menţine invariabilă, condiţie esenţială pentru o bună lipire.

La cufundarea plană, pe direcţie verticală a plăcii, aburii fluxului şi solventului scapă cu oarecare greutate de sub placă, iar în timpul ridicării, excesul de aliaj pe placă nu se elimină întotdeauna complet (fig. V.7); pentru evitarea

acestui neajuns s-a încercat scuturarea ușoară sau vibrarea la o frecvență de 50 Hz a plăcii, pe timpul cufundării sau în momentul ridicării, la o amplitudine mică pe verticală; acest fapt a provocat însă unele neajunsuri.

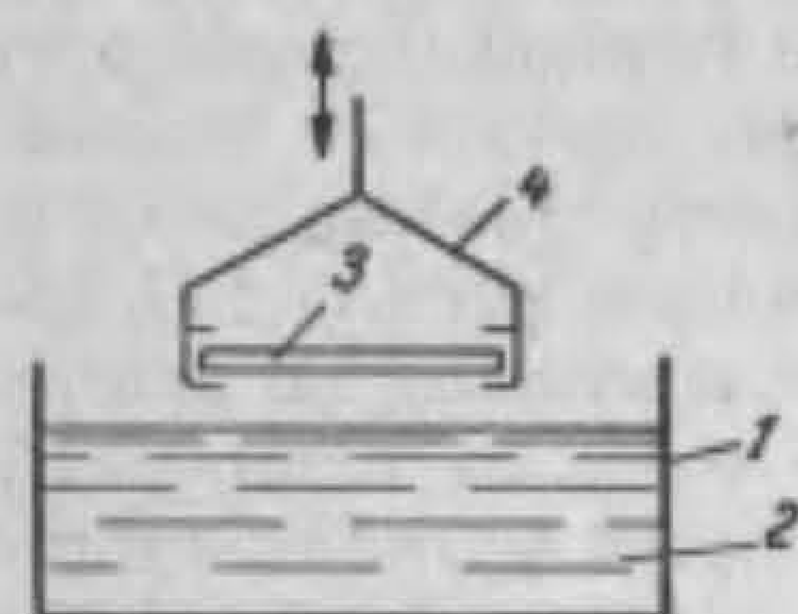



Fig. V.7. Cufundarea plană a plăcii în baia de lipire: 1 — baia; 2 — aliaj în stare topită; 3 — placă imprimată; 4 — suport.

Lipirea se poate face în băi statice, în care aliajul este refulat prin ajutaje la o anumită înălțime (cu o pompă specială montată pe fundul băii), iar placa este trecută prin vîrful jetului care atinge suprafața imprimată, făcînd îmbinarea (fig. V.8).

Uneori se face lipirea menținînd placa fixă și deplasînd baia de lipire pe direcția verticală de jos în sus, către placă. În același timp, aliajul topit se pompează printr-un număr de ajutaje verticale îndreptate spre fața de lipire a plăcii, dispunerea lor fiind corespunzătoare punctelor de lipire, sub formă de jet de aproximativ 10 mm înălțime; se face astfel o cositorire selectivă (numai pe locurile de îmbinare) — fig. V.9.

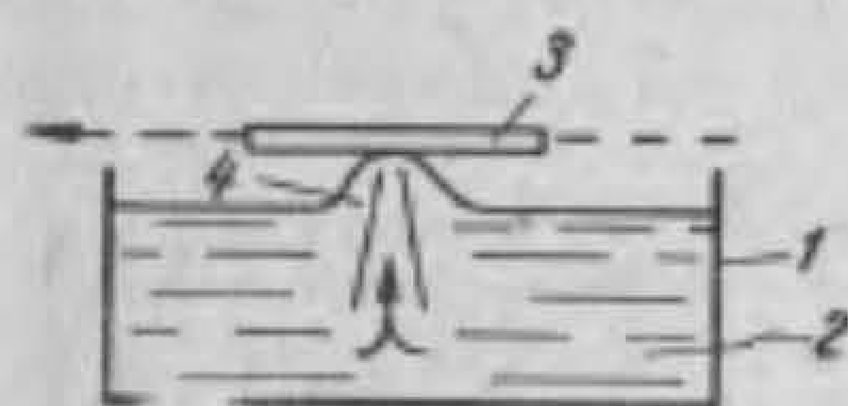



Fig. V.8. Lipirea prin ajutaje: 1 — baia; 2 — aliaj; 3 — placă; 4 — ajutaj.

Metoda se poate folosi pentru aceeași dispunere a punctelor de lipire pe placă și asigură o productivitate bună numai în cazul produselor de mare serie, făcîndu-se și economie de cositor. Cositorirea selectivă, adică numai a punctelor de îmbinare între conexiuni, borne de ieșire și foița de Cu, se mai poate face folosind o mască de lipire, din hîrtie, care acoperă și protejează de venirea în contact cu aliajul de lipit restul suprafeței imprimate cu Cu; după răcirea îmbinării lipite, masca se îndepărtează.

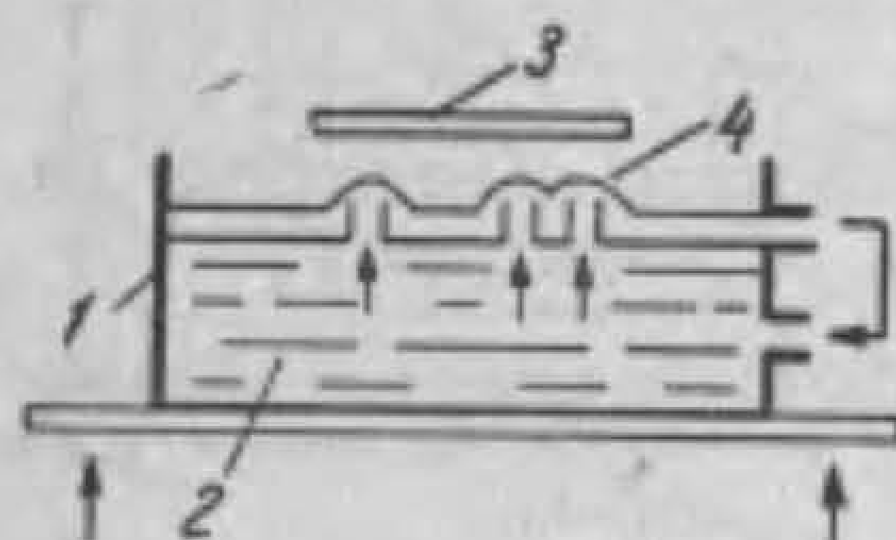



Fig. V.9. Deplasarea băii de lipit și pomparea aliajului prin ajutaje: 1 — baia; 2 — aliaj; 3 — placă; 4 — ajutaje.

O variantă a metodei este introducerea plăcii în baie, sub un anumit unghi, pentru o scurtă durată, și scoaterea sub același unghi care favorizează



degajarea aburului și a excesului de aliaj amintite mai sus (fig. V.10).

Alteori, placa introdusă în baie sub un unghi este deplasată (plutită) pe oglinda băii de lipire, cu ușoare vibrații.

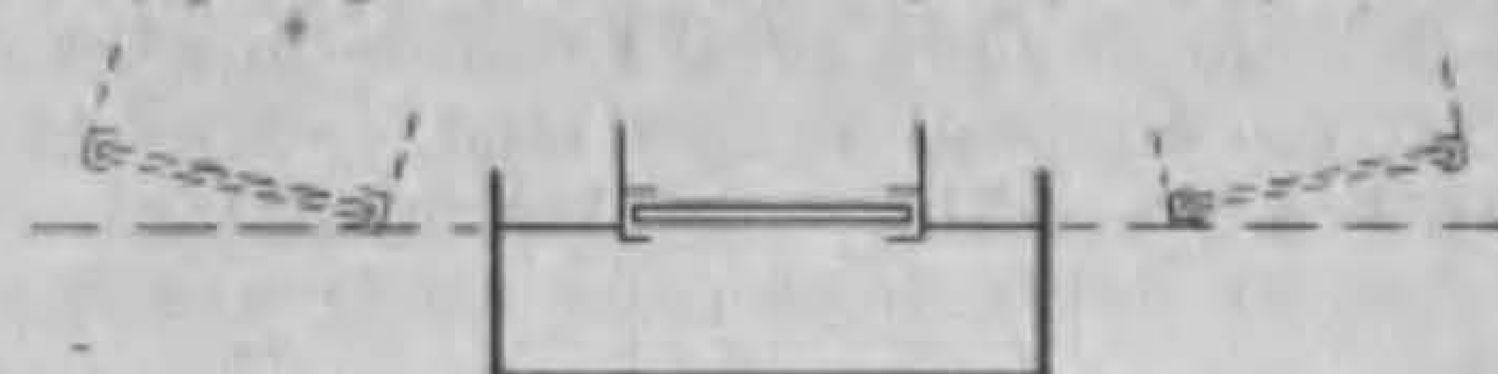


Fig. V.10. Cufundarea plăcii în baie sub un anumit unghi.

Metoda dă rezultate bune (fig. V.11).

O altă variantă o constituie metoda oscilantă. În acest caz, placa cu circuite imprimate purtînd piesele montate pe ea, este ușor curbată sub formă de segment de cerc, și dispusă pe un sector oscilant care atinge tangențial suprafața băii. Metoda se poate folosi numai în cazuri speciale, cînd placa are suprafață mare, iar piesele montate pe ea sînt rare (fig. V.12).

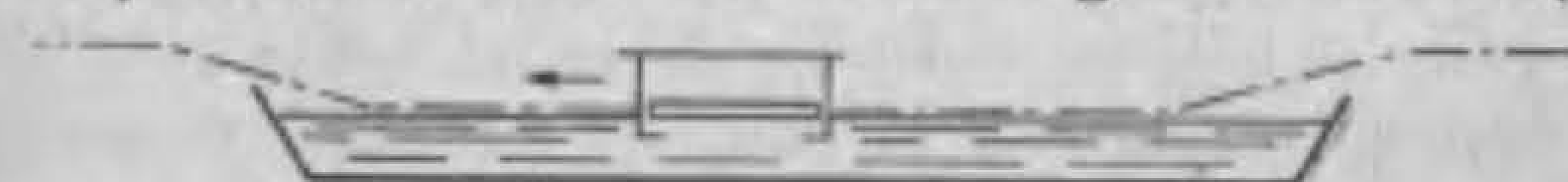


Fig. V.11. Cufundarea plăcii sub un anumit unghi și plutirea pe suprafața aliajului.

O altă metodă, numită metoda „cascadei" este aceea, cînd placa imprimată se mișcă rectiliniu pe o direcție ascendentă, împotriva unui curent de aliaj de lipit care se scurge în jos în cascade peste obstacole, udînd placa, pe fața de jos, cu topitură (fig. V.13).

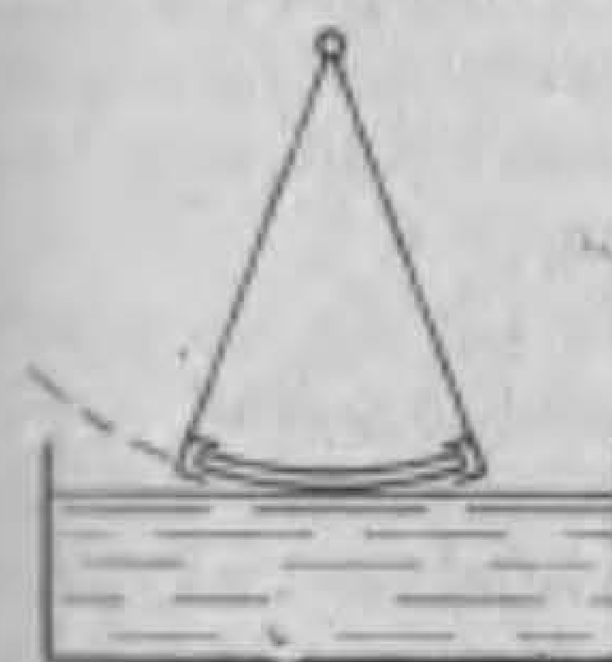


Fig. V.12. Deplasarea oscilantă a plăcii pe suprafața aliajului

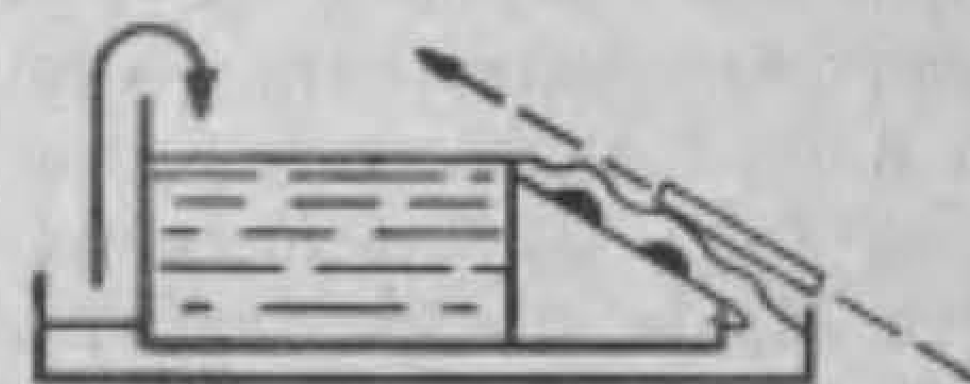


Fig. V.13. Lipirea în „cascadă".

Oricare ar fi metoda aplicată, lipirea în băi impune măsuri speciale de curățenie față de lipirea cu ciocanul.

Pentru a folosi avantajele evidente ale procedeului de lipire în băi (productivitate mare, calitate superioară, consum scăzut de aliaj de lipit, posibilități de menținere a unei temperaturi fixe a aliajului de lipit etc.), se impune o supraveghere atentă a procesului — pentru a înlătura o serie de neajunsuri care ar putea apărea din cauza pieselor sau din cauza plăcii.

Se poate întîmpla, ca pe bornele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor sau pe capetele conexiunilor confecționate din Cu cositorit, sau pe diferitele cose să nu adere parțial sau deloc aliajul de lipit. Cauzele neaderării pot fi:

— cositorirea necorespunzătoare a acestor borne sau conexiuni ca urmare a impurităților de Zn ale băii de cositorire, provenind din bornele de Am; neajunsul se poate remedia prin nichelarea bornelor de ieșire sau a conexiunilor, înainte de cositorirea lor, la cald (în procesul tehnologic de producția acestora);

— un strat prea mic de cositor depus galvanic pe Cu, care trebuie să nu fie mai mic de 7,5 μ; pentru piesele de alamă trebuie să se depună sub cositor un strat de 2,5 μ de Cu;

— se poate ca stratul de cositor, inițial corespunzător depus pe conexiunea destinată lipirii, să se avarieze în timpul executării pieselor componente, prin ardere, prin impurități de lac, ori prin deteriorări mecanice.

Experiența a dovedit, că sîrma cositorită la cald se lipește în general mai ușor ca cea cositorită galvanic. De asemenea, cea acoperită cu $Sn_{60}$-$Pb_{40}$ (LP60) rezistă mai bine la depozitare decît cea acoperită cu cositor pur.

Lipirea corespunzătoare pe foița de Cu de pe placă depinde în bună măsură de tratarea sa preliminară:

— cînd foița de Cu n-a fost bine curățată înainte de depunerea lacului de protecție, sau vopseaua de protecție împotriva coroziunii la formarea traseelor n-a fost suficient eliminată, lipirea poate fi necorespunzătoare;

— cînd decapantul se usucă prea tare înainte de lipire ori lacul de protecție se întărește în timpul depozitării și nu se mai topește complet în timpul lipirii, aliajul de lipit nu aderă bine pe foița de Cu; rezultă așa-numitele „pistrui" (părți din foița de Cu neacoperite);



— lacul de protecție nepotrivit, ori depozitarea plăcilor într-o atmosferă corozivă, oxidează puternic foița de Cu pe care apar pete verzi ori cenușii.

Foițele de Cu mate ori aspre se lipesc mai bine ca cele netede ori lustruite; se recomandă asprirea foiței de Cu printr-o ușoară curățire mecanică. Straturile de Cu depuse galvanic care au prin natura lor o suprafață granuloasă se lipesc mai ușor ca cele de Cu laminat. Pentru aceasta se practică cositorirea stratului de Cu, fie pe cale electrolitică cu aliaj $Sn_{60}$-$Pb_{40}$ în strat de 50 μ, fie prin laminare la 0,1—0,3 mm și depozitare în încăperi uscate.

În ultimul timp s-a încercat cu rezultate bune depunerea unui strat de nichel-cositor de aproximativ 50 μ pe foița de Cu, pe cale galvanică; aceasta servește totodată ca mască de gravare a traseului conductor și ca strat de protecție pe timpul depozitării.

Prin acoperire cu un strat de 0,025 μ aur s-a obținut o durată de depozitare de peste 1 an, dar aderența topiturii scade. Argintarea învelișului de Cu de pe placă a avut uneori ca rezultat difuzarea Ag în placă, dînd naștere la curenți paraziți. Se folosesc uneori hîrtii de înfășurare impregnate cu soluție anticorozivă, care înlătură necesitatea acoperirii traseului conductor cu un lac protector.

Pentru a se înlătura existența unor interstiții mai mari de 0,2 mm, cînd topitura nu face îmbinarea corespunzătoare prin efectul capilar, s-a practicat placarea găurilor (acoperirea pereților lor cu foiță de Cu) și astfel aliajul topit se ridică pe întreaga grosime a plăcii, rezultă lipituri solide, eliminînd și necesitatea îndoirii conexiunilor sau a bornelor de ieșire pe suprafața cuprată a plăcii; se va avea grijă ca pastilele de Cu care înconjoară găurile să nu fie prea mici, găurile să fie concentrice, cu lățimea minimă a marginii de Cu de 0,75 mm.

Cît privește adîncimea de cufundare a plăcii în aliaj, experiența a dovedit că aceasta poate întrece 1/2 din grosimea plăcii, pînă la grosimea ei integrală; pericolul inundării suprafeței superioare a plăcii nu există, întrucît tensiunea superficială ridicată a materialului fluid îngăduie formarea unui menisc mai puternic care poate permite cufundarea chiar pînă la 1—2 mm sub suprafața aliajului de lipit.

Cînd placa se separă brusc de topitură, pot apărea punți de lipire și țurțuri; pentru a evita formarea lor, se poate mări unghiul de scoaterea plăcii din baie. Pentru același

motiv se mai aplică trecerea succesivă la intervale mici a plăcii printr-un al doilea jet, ori trecerea printr-o undă de ceară, imediat după jetul de lipire. Scurgerea excesului de aliaj de pe placă depinde şi de tensiunea superficială a topiturii.

Dacă fondantul măreşte tensiunea superficială a topiturii, el măreşte şi tensiunea de contact (posibilitatea de umezire) dintre topitură şi foiţa de Cu, şi unghiul limită este mai mic.

Impurităţile din baia de lipire pot reduce tensiunea superficială, deoarece ele formează straturi de oxizi rezistenţi la acţiunea fondanţilor. Impurităţile de Zn, Al, peste 0,001% ori Cd peste 0,005%, rezultate din acoperirile pieselor ce se lipesc, măresc viscozitatea topiturii.

În procesul de lipire, ca urmare a atacării foiţei de Cu de către aliajul topit, creşte concentraţia de Cu în baie şi progresiv solubilitatea Cu scade. În fig. V.14 se arată cum la temperatura de 250°C, într-o baie cu un conţinut de 64% Sn, conţinutul de Cu creşte asimptotic pînă la 0,3% şi rămîne la această valoare cînd nu influenţează viscozitatea.

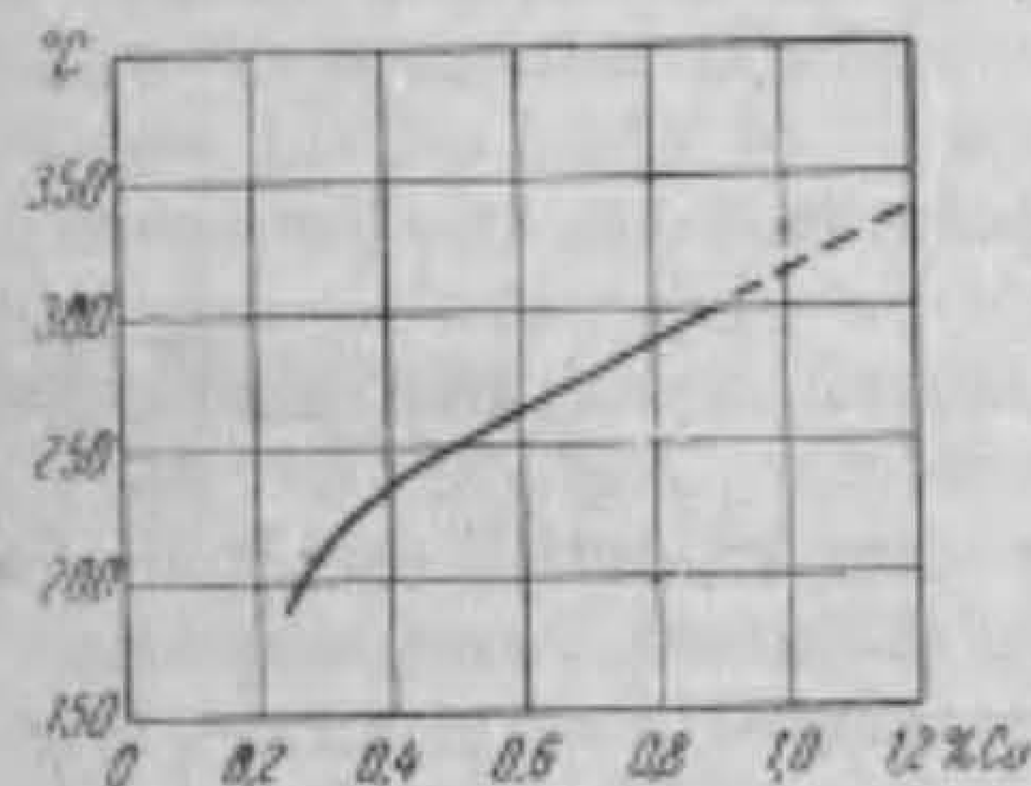


Fig. V.14. Solubilitatea Cu într-un aliaj cu 64% Sn.

### 3. Lipirea cu instalaţii semiautomate (cu jeturi)

Principiul acestui procedeu constă în:

— crearea unui jet (val) de aliaj, imobil, îngust şi de aceeaşi înălţime, prin refularea pe verticală printr-un ajutaj a aliajului topit;

— preîncălzirea plăcilor asamblate cu piese, şi trecerea lor printr-o mişcare de translaţie pe deasupra jetului, astfel încît acestea să facă contact cu jetul;

— spălarea (eventuală) şi uscarea plăcilor.

S-au construit instalaţii complexe, automate, de mare productivitate, care fac operaţiile enumerate mai sus în mod corect şi continuu.

O astfel de instalaţie se compune din:

— ansamblul bloc pentru topirea şi refularea aliajului prin ajutaj, care conţine baia de topire cu încălzitoare, baia de refulare cu pompă, indicatorul de nivel al aliajului în baie, lingoul de alimentare cu aliaj, blocul de ceară pentru acoperirea suprafeţei aliajului, spumuitorul din oţel inoxidabil;

— dispozitivul de alimentare cu flux cu pompă, indicator de nivel şi perie ştergător de nailon;

— transportorul de plăci asamblate cu şine de culisare, lanţ de antrenare, cărucioare port-plăci;

— dispozitivul de preîncălzire plăci (uscător de flux) cu raze infraroşii;

— ansamblul aparatelor de reglare cu panouri de comandă automată;

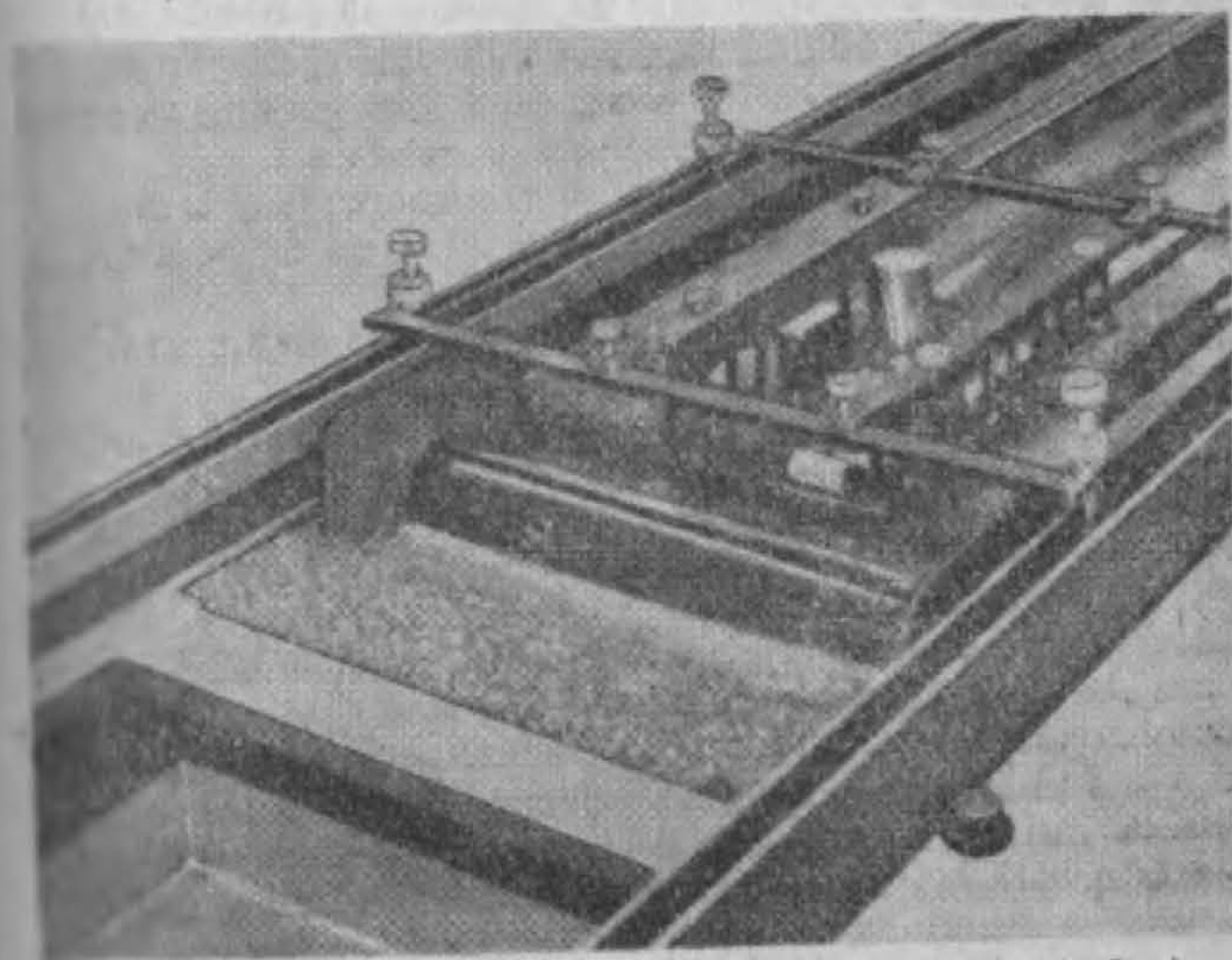
— ansamblul de alimentare de la o sursă monofazată sau trifazată.

Întreaga instalaţie se aşază pe o placă orizontală din oţel şi se fixează în şuruburi (fig. V.15).

Factorii variabili, de corelarea cărora depinde calitatea lipiturii, sînt: înălţimea undei aliajului, durata de uscare a fluxului, viteza transportorului, temperatura aliajului.

Elementele optime de corelare se găsesc prin efectuare de încercări.

Înălţimea undei se va regla între 11 şi 16 mm, ceea ce


Fig. V.15. Instalaţie semiautomată de lipire cu jeturi (vedere)

trebuie să aibă ca urmare cufundarea plăcii în jetul de aliaj între 0,65 și 1,3 mm (ținînd seamă că grosimea plăcii suport este de obicei 1,5 mm). Se va regla unghiul dintre dispozitivul de formare a undei și ajutajul de debitare a lipiturii, pentru a înlătura rămînerea unui exces de aliaj pe placă și care ar produce pe aceasta punți sau țurțuri. Celelalte elemente de încercare vor fi: viteza transportorului — 91 cm/min; temperatura lipiturii — 250°C; uscarea fluxului — aproape completă.

Durata de uscare a fluxului se încearcă între 0,5 și 2 min. Se reglează înălțimea uscătorului de flux cu raze infraroșii. Prin încălzirea plăcii se înlătură șocul termic pe care l-ar suporta piesele de pe placă sensibile la suprasolicitări termice deasupra jetului (rezistențe, condensatoare, diode cu Ge, tranzistoare etc.). Nu se recomandă o uscare excesivă a fluxului pe placă.

Viteza transportorului se încearcă între 61 și 122 Cm/min, în funcție de mărimea pieselor (piesele mai mari au un coeficient de transfer mai mare de căldură), încărcarea plăcii etc. Fluxul trebuie depus într-o peliculă subțire, printr-o undă de flux, a cărei înălțime variază în jurul a 10 mm. Greutatea specifică a fluxului este de aproximativ 0,995 $kg/dm^3$. Temperatura aliajului se încearcă între 225 și 260°C.

Un strat protector de ceară de 1 cm grosime acoperă aliajul în baia de topire și în baia de refulare.

Capătul de intrare pe flux al transportorului trebuie să fie cu 6 mm sub nivelul capătului de ieșire de pe unda de aliaj.

Lipirea cu jet (valuri staționare) are față de lipirea în băi o serie de avantaje evidente:

— partea de aliaj din valuri, care vine în contact cu placa pentru lipit, este eliberată de oxizii sau impuritățile arătate la baia de lipit prin cufundare (acestea se string și rămîn pe suprafața netedă a băii);

— se înlătură posibilitatea efectuării de lipituri false prin intrarea feței inferioare a plăcii sub un unghi în aliaj și continua mișcare a aliajului în val, astfel că fondantul nu se aglomerează și nu rămîne nears pe îmbinări;

— se înlătură posibilitatea aglomerării de cositor pe punctele de îmbinare, atît prin mișcarea aliajului cît și prin vibrația ușoară la care este supusă placa la trecerea prin vîrful jetului (valului) de aliaj;

— preîncălzirea plăcii și contactul bornelor de ieșire ale pieselor cu aliajul în continuă mișcare creează premizele unei bune aderențe a aliajului, scurtează timpul de lipire și astfel bornele de ieșire nu acumulează și nu transmit pieselor o cantitate mare de căldură într-un timp scurt, ceea ce le-ar dăuna;

— prin amestecarea continuă a aliajului, datorită pompării prin ajutaj, se asigură acestuia aceeași temperatură uniformă în întreaga sa masă;

— nivelul reglabil al jetului de aliaj și ajustarea plăcii pe suporturile mobile, asigură aceeași grosime de contact (minimum 1/2 din grosimea plăcii) placă-aliaj;

— se reglează la viteza optimă, determinată teoretic și experimental, trecerea plăcii prin jetul de aliaj;

— se pot executa lipituri selective, se pot folosi cu succes măști de lipire;

— pentru lipirea plăcilor care au montate pe ele suporturi de tuburi electronice se pot folosi cu ușurință calibre care fixează contactele și protejează orificiile de fixare a piciorușelor tuburilor de pătrundere a fondantului sau aliajului de lipit;

— se pot folosi ecrane de disipație a căldurii montate pe bornele de ieșire ale pieselor sensibile la căldură.

### 4. Lipirea selectivă

În ultimul timp a început să se folosească așa-numita lipire (cositorire) selectivă; se aplică un lac protector, adesea colorat și termorezistent pe întreaga suprafață a plăcii imprimate, folosindu-se un șablon care acoperă numai punctele de îmbinare și pe care lacul nu trebuie să adere (pe o rază de 2—3 mm în jurul găurilor).

Acest lac rezistă ușor la temperatura de lipire, astfel că, efectuînd cositorirea în baie sau cu jet, se vor lipi numai porțiunile de îmbinare a conductoarelor din foiță de Cu cu bornele de ieșire ale pieselor. Ulterior se pot acoperi cu acest lac și punctele de îmbinare.

Avantajele acestui fel de lipire sînt:

— circuitul imprimat din foiță de Cu este protejat eficace;

— se poate face cu ușurință un control vizual și o finisare ușoară a plăcii;

— consumul de cositor se reduce simțitor (mai ales unde circuitul este format din suprafețe cuprate mari);

— lacul constituie și un sigiliu aplicat pe întreaga placă finisată, dînd de asemenea și un aspect plăcut cînd este colorat.

În cazul aplicării lacului termorezistent, protector, şi pe punctele de lipire, în operaţia de reparaţie a montajului pentru efectuarea de noi lipituri cu ciocanul de lipit, lacul trebuie îndepărtat prin radere uşoară, pentru a nu deteriora foiţa de Cu.

### 5. Coroziunea îmbinărilor lipite

Se numeşte coroziune, degradarea metalelor şi aliajelor sub influenţa acţiunii chimice sau electrochimice a mediului ambiant.

În funcţie de caracterul proceselor care intervin, se distinge coroziunea chimică şi coroziunea electrochimică. Coroziunea chimică se constată cînd asupra metalelor acţionează gazele uscate şi neelectroliţii lichizi, iar procesele nu sînt însoţite de apariţia curentului electric.

Rezistenţa la coroziune a metalelor şi aliajelor se apreciază după pierderea în greutate sau scăderea grosimii piesei.

Activitatea electrochimică relativă a metalului se caracterizează prin mărimea potenţialului electric de echilibru standard, determinat în raport cu electrodul hidrogenului în soluţia ionilor proprii, cu concentraţia 1 ion gram la 1 000 grame soluţie.

În cazul îmbinărilor lipite, potenţialele electrozilor metalului de bază şi aliajului de lipit sînt diferite. Îmbinarea poate fi considerată ca un element de coroziune, ai cărui electrozi constau din metalul de bază şi aliajul de lipit.

Cercetările au dovedit, că aliajele de lipit pe bază de Sn-Pb au un potenţial mai negativ în raport cu Cu, fapt pentru care, la coroziunea îmbinării lipite din Cu, aliajul se degradează mai intens; de acest fapt trebuie ţinut seamă la alegerea metalelor de îmbinare.

S-a dovedit, de asemenea, că iuţeala coroziunii a două metale diferite este, de obicei, mai mare decît a fiecărui metal în parte.

Unele fluxuri rămase nearse pe suprafaţa lipită pot duce la degradarea îmbinării prin coroziune; din această cauză se impune îndepărtarea lor, după lipire, cu alcool sau tricloretilenă.

Coroziunea îmbinării în montajele radio reduce rezistenţa mecanică şi slăbeşte conductivitatea electrică. Pentru a o preîntîmpina se recomandă, în general:

— curăţirea şi pregătirea atentă a pieselor înainte de lipire;



— respectarea întocmai a procesului tehnologic (aliaj, fondant, regim termic, fixarea pieselor, metode de lipire);

— acoperirea îmbinărilor lipite cu lacuri sau vopsele protectoare.

### 6. Măsuri privind evitarea suprasolicitării termice a pieselor în procesul de lipire

În procesul de lipire piesele pot fi supuse unei supraîncălziri care influenţează negativ valorile parametrilor electrici ai acestora. Aici cerinţele sînt contradictorii:

— pe de o parte se impune o încălzire cel puţin atît de mare încît să asigure lipirea (temperatura de lipire);

— pe de altă parte se caută limitarea încălzirii la o valoare pe care piesele o suportă fără pericol, în procesul de lipire.

Pentru aceasta se recomandă o grijă deosebită în efectuarea montajului şi în lipirea acelor piese care au o mare sensibilitate termică. Supraîncălzirea poate provoca topirea sau crăparea condensatoarelor din hîrtie cerată, impregnate cu ceară sintetică, condensatoarelor din hîrtie metalizată acoperite cu răşini sintetice, precum şi crăparea sau înmuierea masei plastice la condensatoarele presate.

Rezistenţele supraîncălzite îşi pot varia valoarea nominală a rezistenţei electrice la lipire pînă la 20°C, adică mărimea rezistenţei electrice poate ieşi din toleranţa de fabricaţie a acestora.

Din cercetări experimentale s-a ajuns la concluzia, că nu este permisă încălzirea corpului rezistenţei peste 85°C.

Problema suprasolicitării termice a pieselor în procesul de lipire cu aliaj poate fi privită din două puncte de vedere:

— al procedeului, al temperaturii şi al duratei lipirii;

— al aranjării pieselor în montaj.

În cazul lipirii cu ciocanul de lipit electric pe montaje de radio clasice (cu conductoare spaţiale şi piese interconectate) se fac o serie de recomandări pentru a evita supraîncălzirea pieselor şi subansamblurilor:

— pentru lipirea bornelor de ieşire ale condensatoarelor şi rezistenţelor, diodelor cu Ge şi tranzistoarelor se va folosi un ciocan de lipit cu putere de cel mult 60 W;

— se va evita atingerea acestor piese cu ciocanul încălzit;

— durata lipirii nu trebuie să întreacă 5 secunde;

— rezistenţele, condensatoarele, tranzistoarele sau diodele cu Ge trebuie să se găsească la minimum 6—8 mm de locul de lipire.

Cum adeseori configurația montajului nu îngăduie realizarea distanței prescrise între piesă și locul de lipire, se indică folosirea unor termoecrane care absorb și reflectă căldura care trece prin borna de ieșire de la locul de lipire către piesă; se folosește, fie cleștele lat de apucat (folosit la montaje), fie o pensetă, fie în sfîrșit un termoecran special similar cu un crocodil, făcut din Cu masiv și cu care se strînge borna dintre lipitură și piesă — cît mai aproape de piesă — timp de 10—15 s.

În cazul lipirii în baia de cositor sau cu jet a plăcilor cu circuite imprimate, asamblate cu piese sensibile la căldură, ca: dispozitive semiconductoare cu Ge, rezistente peliculare și condensatoare cu folia din material plastic, se impune o analiză și măsuri mai complexe pentru evitarea suprasolicitării termice a acestor piese care tind permanent spre miniaturizare.

În acest caz, cea de-a doua din cerințele contradictorii, amintite mai sus, nu poate fi ușor îndeplinită, întrucît gradul de căldură pe care-l suportă piesele se află în gama de temperaturi minime necesare pentru lipire sau sub această gamă.

Factorii care influențează încălzirea plăcii imprimate cu piese montate pe ea depind fie de procesul de lipire:

— temperatura băii $T_B$;
— timpul de lipire $t_L$;
— temperatura de preîncălzire a sistemului placă-piese;
— metoda de lipire folosită;

fie de sistemul placă-piese:

— materialul și dimensiunile plăcii imprimate;
— materialul și lungimea bornelor de ieșire ale pieselor;
— poziția pieselor pe placă.

Pentru analiza factorilor care pot fi influențați, în vederea evitării supraîncălzirii (de ex. sistemul placă-piese), s-au ridicat curbele de variație a temperaturii, în funcție de timp, cu un termocuplu Cu-Constantan, pentru o placă din pertinax imprimată de 30 × 40 mm, asamblată cu diode cu Ge, tranzistoare cu Ge, rezistențe peliculare.

Placa a fost preîncălzită la 45°C.

S-au studiat cazurile:

I. $T_B = 230°C$; $t_L = 5$ s
II. $T_B = 250°C$; $t_L = 3{,}5$ s;
III. $T_B = 265°C$; $t_L = 2$ s;
IV. $T_B = 280°C$; $t_L = 1{,}2$ s;

($T_B$ și $t_L$ fiind legate între ele printr-o relație hiperbolică).



Se observă din fig. V.16, că bornele de ieșire ajung la temperatura maximă după 6—9 s și răcirea lor este întîrziată de comportarea plăcii din pertinax cu conductivitate termică slabă, care ajunge la temperatura maximă la 20 s de la înmuierea în baie (fig. V.17).

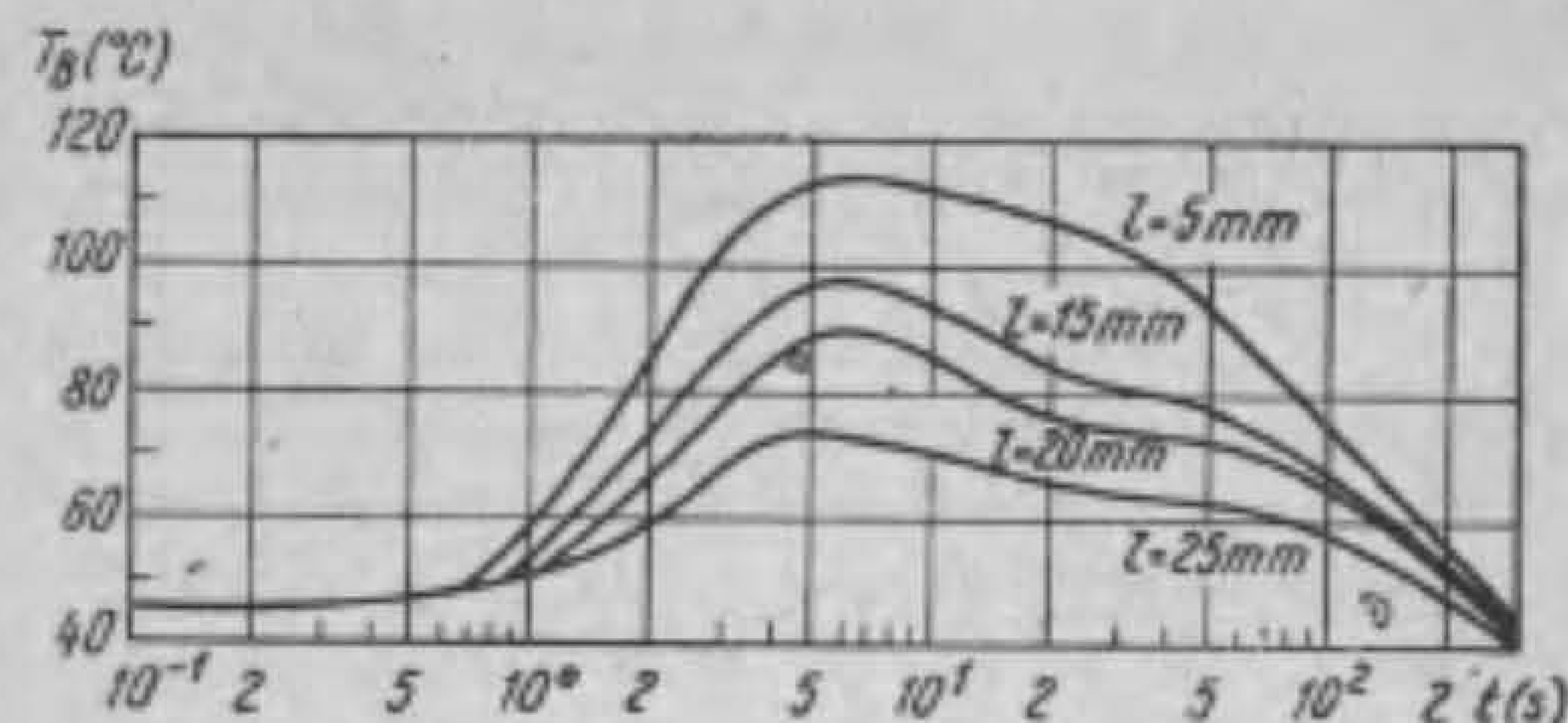



Fig. V.16. Variația încălzirii bornelor de ieșire ale piesei în timpul lipirii în funcție de timp.

Din fig. V.16 și V.17 rezultă că, fenomenul nu depinde de condițiile de lipire în baie.

În fig. V.18 se arată cum variază în timp temperatura pe

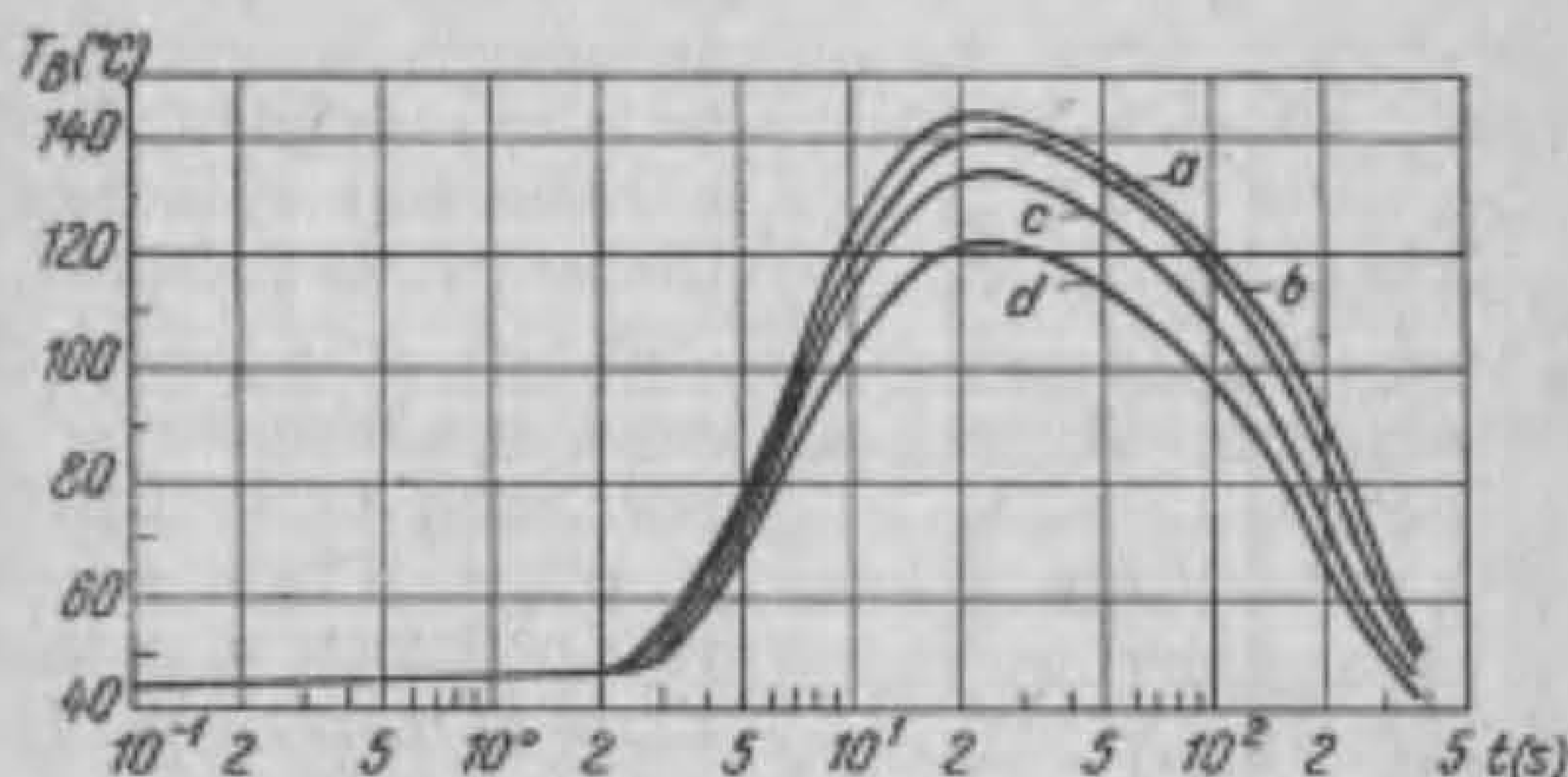



Fig. V.17. Variația încălzirii plăcii de pertinax în timpul lipirii în funcție de timp.

piesă și pe fața plăcii unde piesa este montată. Aceeași figură explică întîrzierea răcirii piesei care primește din cantitatea mare de căldură înmagazinată de placă. Rezultă că, cel mai avantajos se dovedește cazul III, adică $T_B = 265°C$ și $t_L = 2$ s. Deși în cazul IV ($T_B = 280°C$ și $t_L = 1{,}2$ s) sistemul placă-piesă s-a încălzit mai puțin, există totuși tendința de oxidare a aliajului la această temperatură ridicată a băii.

Aranjarea pieselor în montaj, lungimea bornelor de ieșire ale pieselor, distanța pieselor de placa-suport, densitatea lor pe placă, existența sau lipsa unor suprafețe suplimentare de răcire, acoperirea acestora cu diferite vopsele sau ecrane

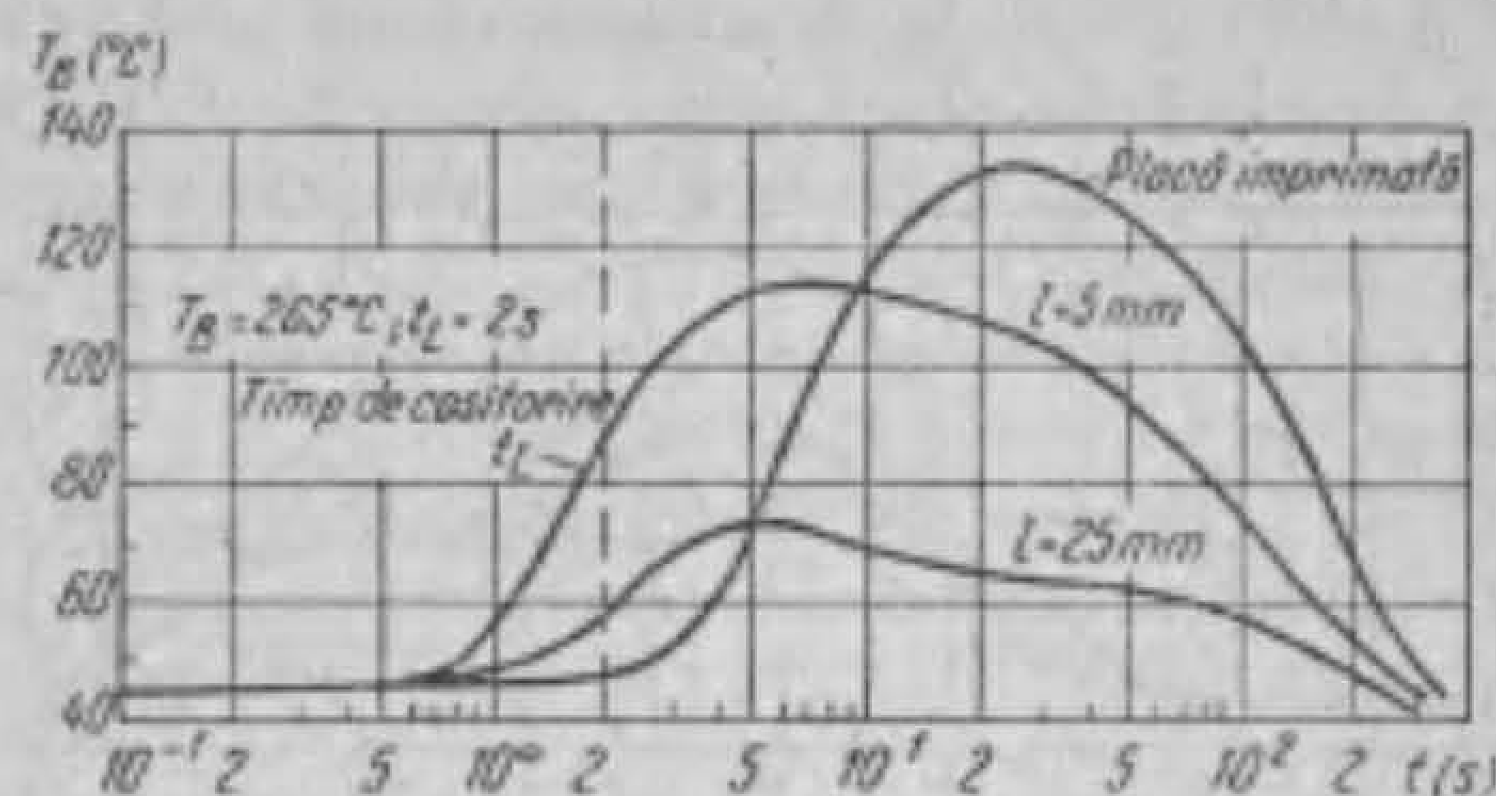



Fig. V.18. Variația încălzirii piesei (cu bornele de lungime cu 5 și 25 mm) și a plăcii în funcție de timp.

termice, influențează transferul de căldură de la aliajul topit la placa-suport și la piese.

Lungirea bornelor de ieșire ale pieselor poate reduce încălzirea.

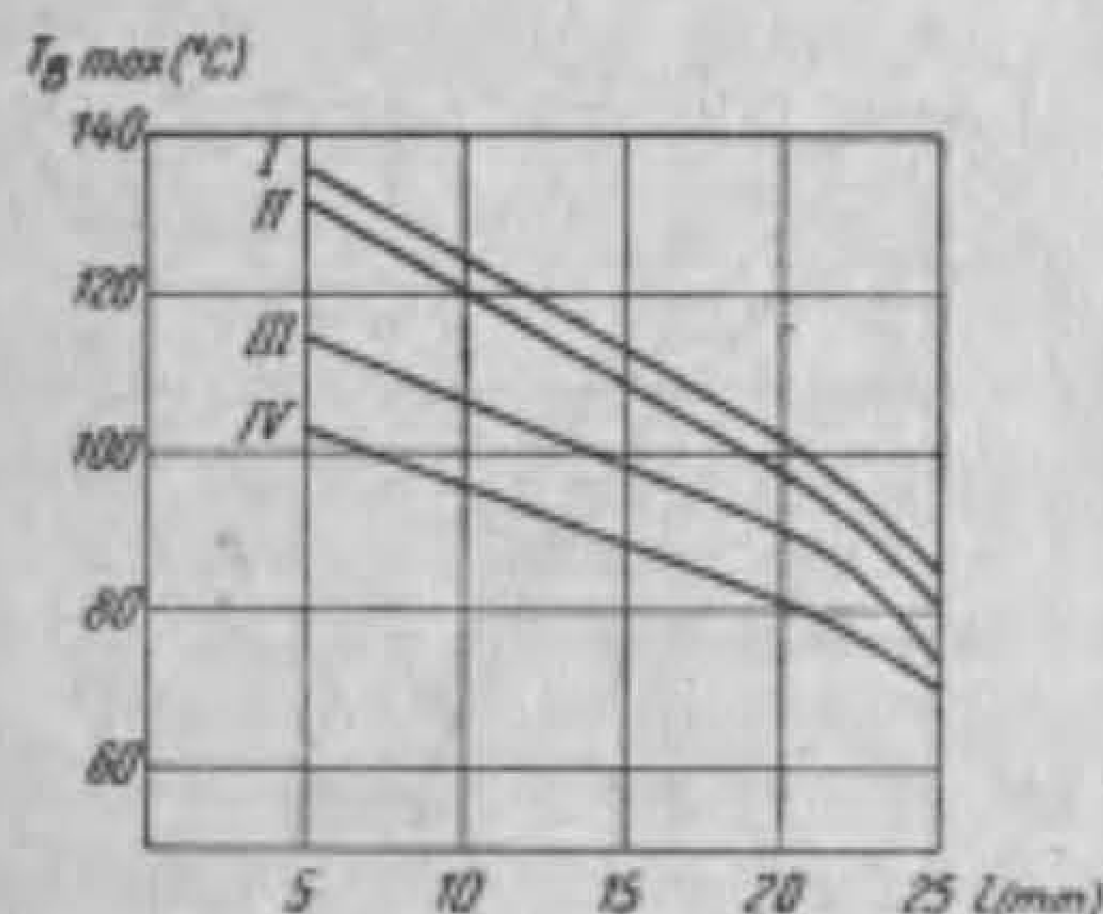



Fig. V.19. Variația încălzirii piesei în funcție de lungimea bornelor de ieșire.

În fig. V.19 se prezintă încălzirea maximă în funcție de lungimea bornelor; curbele sînt aproximativ liniare, căldura fiind cedată mai ales prin convecție. O lungire a bornelor cu așezarea piesei ca în fig. V.20, *a* o poate aduce pe aceasta într-o poziție necorespunzătoare în cazul șocurilor mecanice.

Montarea pieselor ca în fig. V.20, *b* prezintă dezavantajul unui transfer direct de căldură placă-piesă și un gabarit mare al plăcii. Ambele feluri de montare ar complica aparatul automat de fixare a pieselor pe placă în cazul montării cu un asemenea aparat.

Rezistențele și condensatoarele spațiale se pot așeza pe placa imprimată, fie paralel cu placa, fie perpendicular pe aceasta. Oricum piesele pot ajunge în contact direct cu placa; încălzite la temperatura de 80—100°C, foliile de material sintetic ale condensatoarelor se contractă și capacitatea piesei variază. Lacurile de pe piese suferă modificări chimice la aceste temperaturi și dau variații ale rezistenței. Rezistențele bobinate și cu un strat subțire de carbon își variază rezistența în urma redistribuirii cristalelor de C la supraîncălziri.

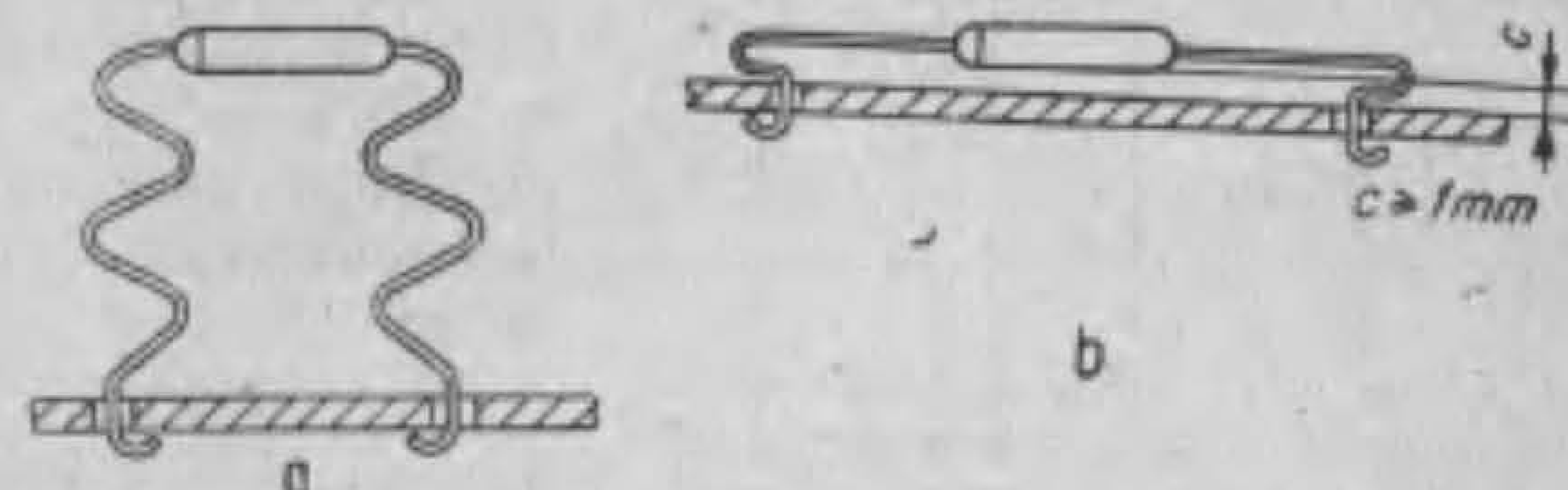



**Fig. V.20. Montări necorespunzătoare ale pieselor:**
*a* — necesită borne prea lungi; *b* — necesită gabarit mare pe placă.

Dispozitivele semiconductoare pot fi influențate negativ de suprasolicitările termice. De exemplu, tranzistoarele EFT 351-353 și EFT 321-323 de joasă frecvență și mică putere se încălzesc în regim staționar conform relației:

$$T_j = T_a + P \cdot R_t ,$$

în care: $T_j$ este temperatura joncțiunii de colector a cărei valoare maximă în cazul Ge este de circa 80°C;

$T_a$ — temperatura ambiantă;

$P$ — puterea disipată de tranzistor;

$R_t$ — rezistența termică a tranzistorului în condiții de răcire date și pe care STAS 6360-61 (materiale și dispozitive semiconductoare-terminologie) o definește la pct. 3.50 ca fiind: „Raportul diferenței de temperatură (măsurată în condiții de echilibru termic) între o joncțiune și un punct exterior specificat, către puterea disipată în joncțiune"; se măsoară în grd/W.

Rezultă că, ceea ce hotărăște puterea disipată maximă a tranzistorului, se poate aproxima în ultimă analiză că este rezistența lui termică, al cărui calcul este destul de dificil.

Pentru a evita neajunsuri ulterioare, este indicat ca montatorul tranzistorului pe placă să-şi ia unele măsuri, ca: mărirea suprafeţei de disipaţie, ecranarea, vopsirea etc., în limitele admise de corecta funcţionare a tranzistorului.

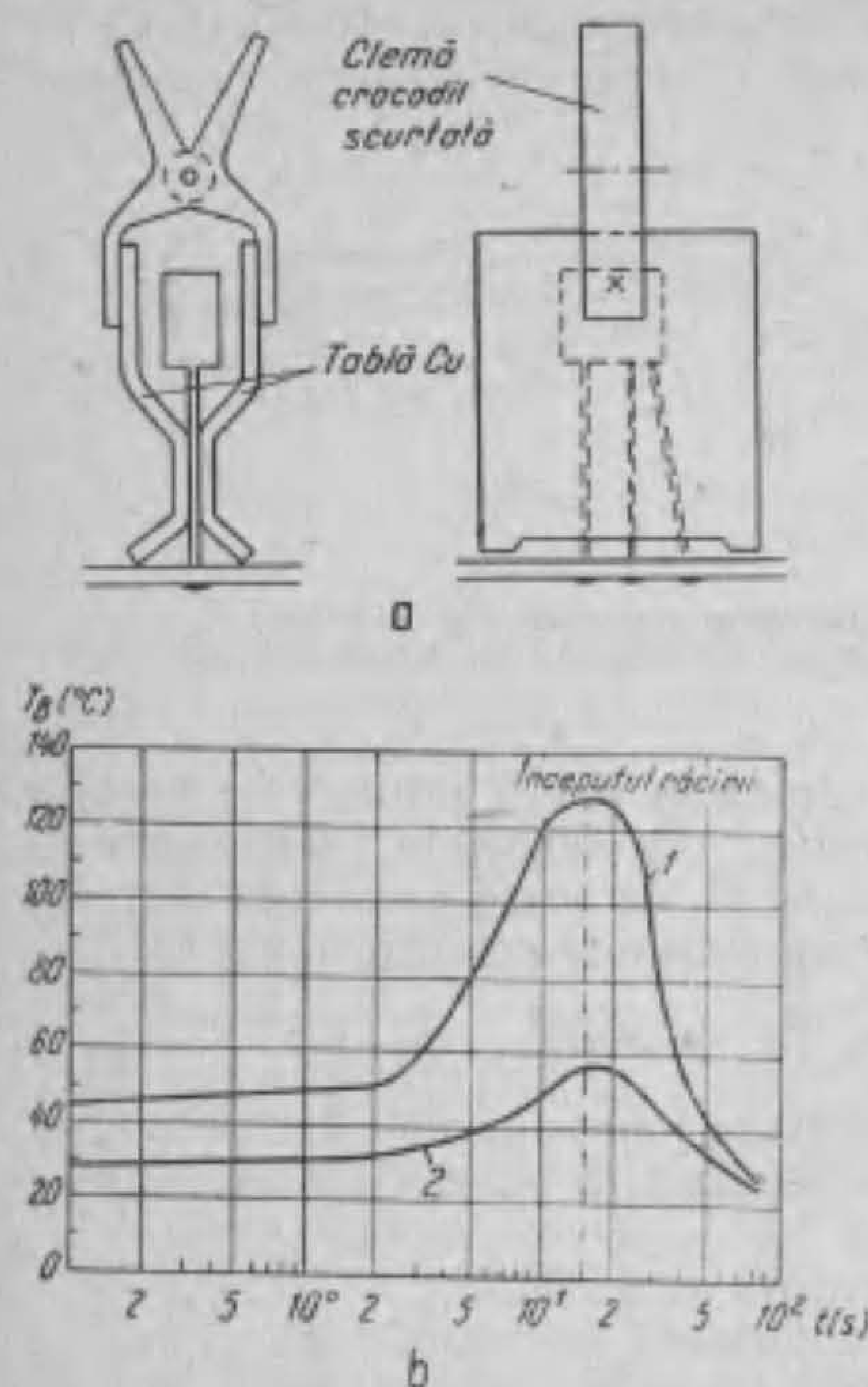



Fig. V.21. Ecrane termice montate pe piese (a) şi variaţia încălzirii piesei şi a plăcii (b);

1 — încălzirea plăcii; 2 — încălzirea piesei cu ecran.

Se arată în fig. V.21 disiparea căldurii prin ecrane termice (cleme de evacuare a căldurii); în cazul $T_B = 265°C$ şi $t_L = 2$ s, lungimea bornelor de ieşire ale piesei este de 20 mm.

Pentru evitarea suprasolicitării termice a pieselor montate pe plăcile imprimate, se pot lua următoarele măsuri:

— montarea pieselor în poziţii cît mai puţin influenţate de căldură (fig. V.22);

— alegerea judicioasă a temperaturii băii de lipire;

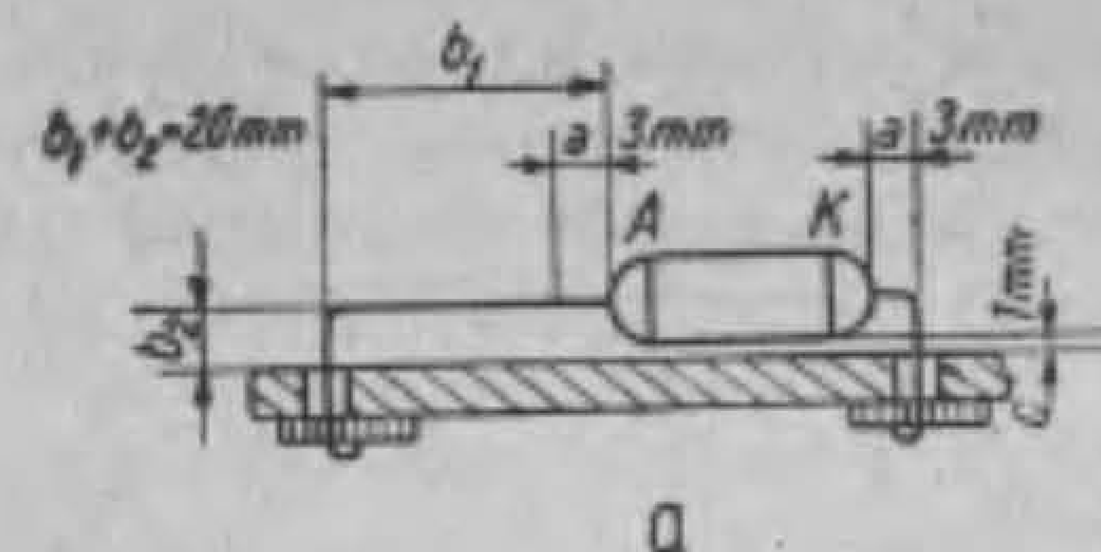
— cositorirea selectivă, folosind un lac protector cu o conductivitate termică scăzută, care împiedică placa să acumuleze o mare cantitate de căldură pe care să o transmită apoi pieselor;

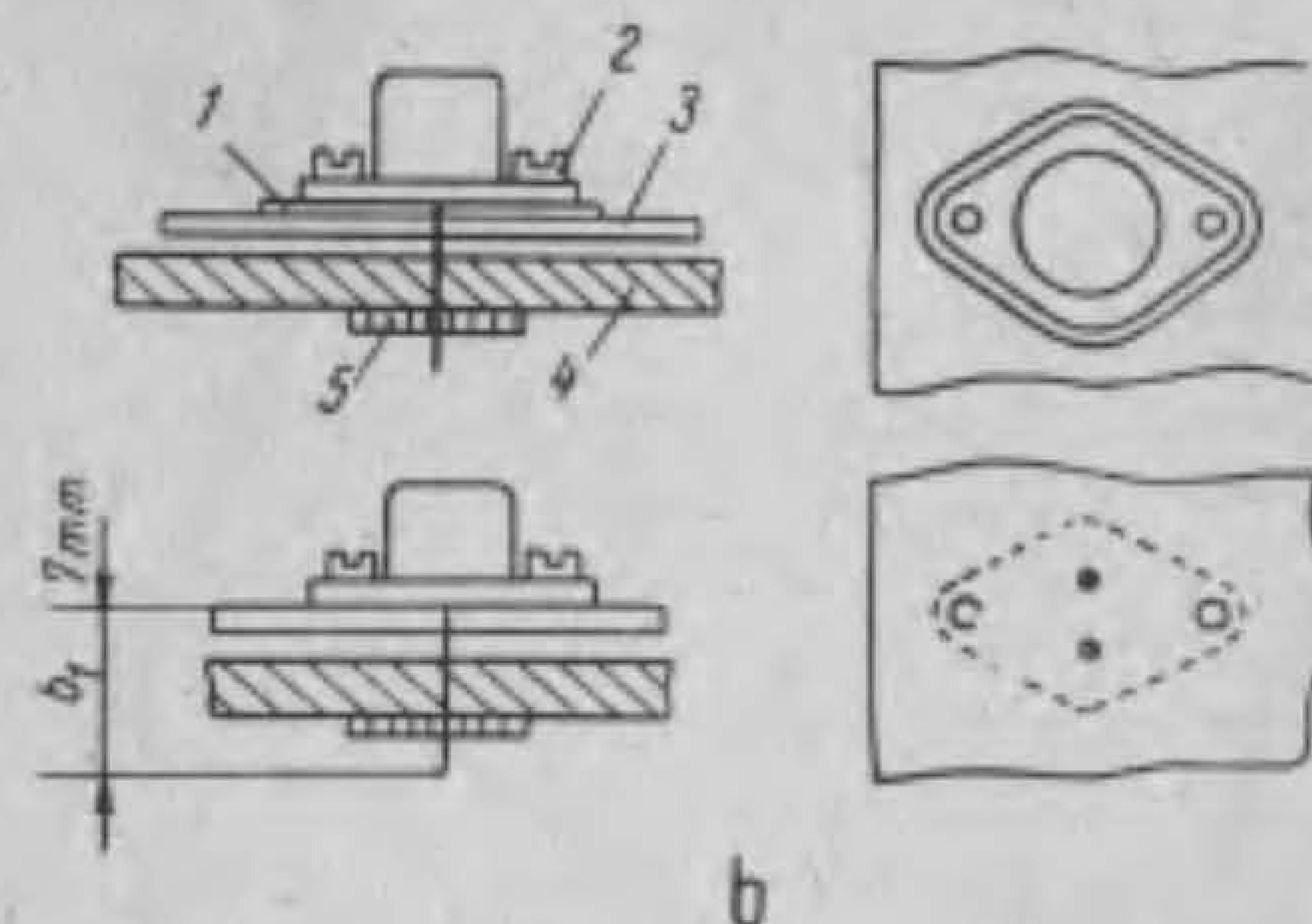
— folosirea metodei de lipire cu jet (valuri staţionare);

— montarea de ecrane termice pe bornele pieselor (fig. V.23).

În cazul pieselor subminiatură, se va efectua o răcire a plăcii imprimate asamblate cu astfel de piese, după cositorire, prin spălare cu alcool sau printr-un curent de aer rece.





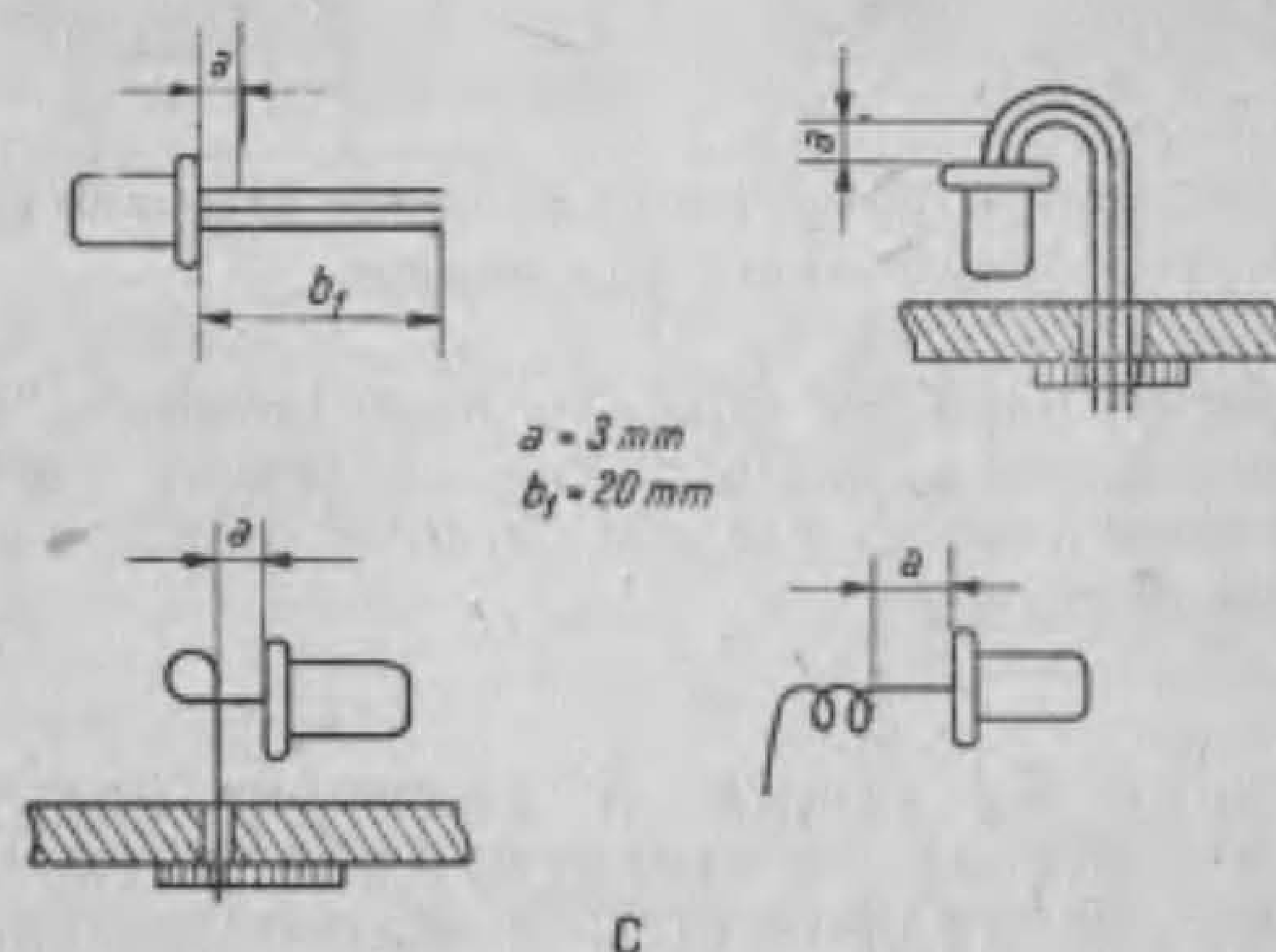




Fig. V.22. Sisteme de montare care evită suprasolicitarea termică a pieselor:

a — diode semiconductoare; b — tranzistoare de putere; c — tranzistoare de mică putere; 1 — şaibă de mică; 2 — şurub din material plastic; 3 — tablă de răcire; 4 — placă; 5 — foiţă de Cu.

În faza actuală a dezvoltării tehnicii electronice, în care, a început realizarea micromontajelor, unde piesele de dimensiunile unor molecule nu se pot distinge cu ochiul liber, iar legătura între ele se asigură prin straturi monomoleculare,

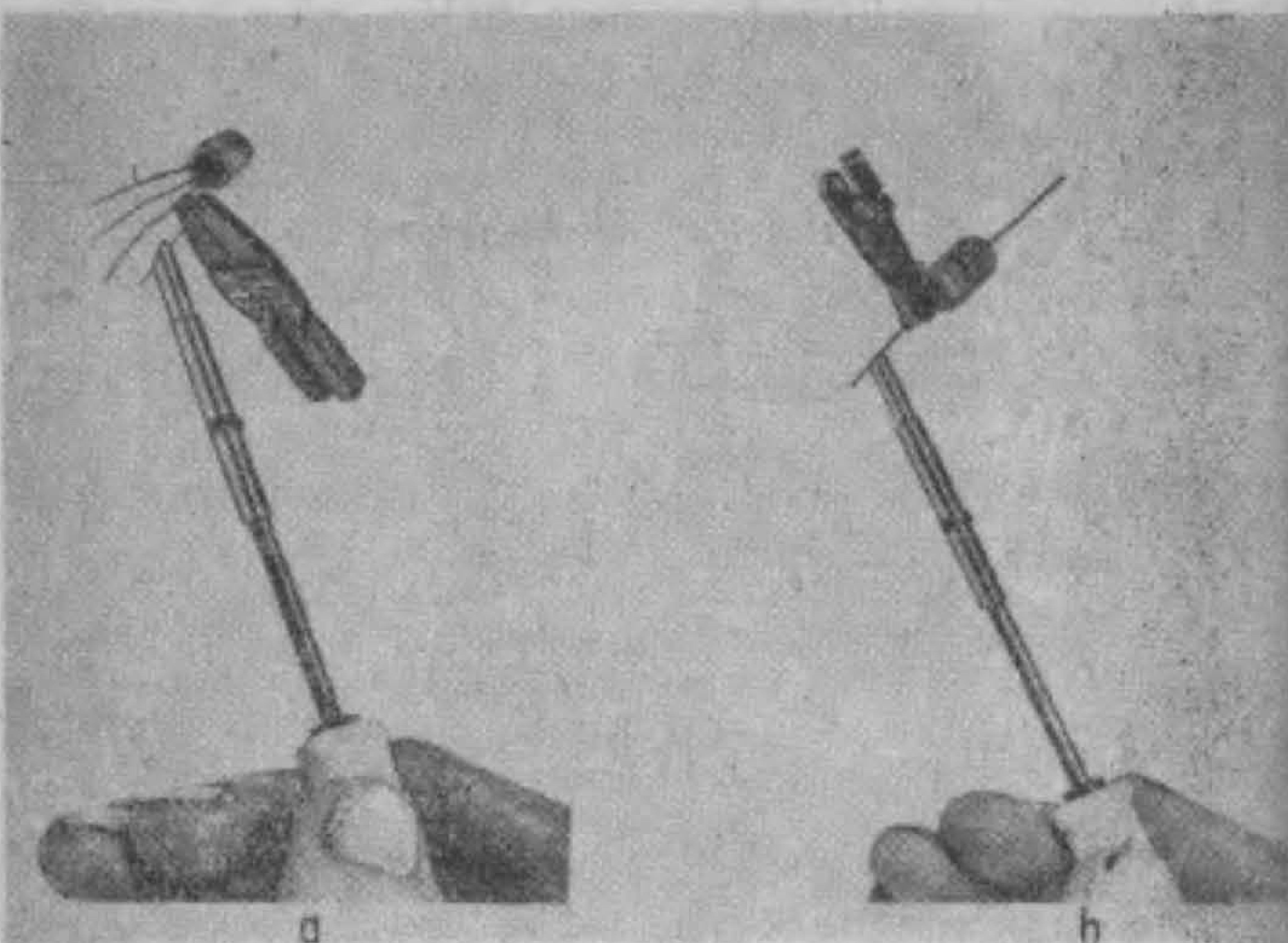



Fig. V.23. Montarea de ecrane termice pe bornele de ieșire ale pieselor: a — diodă cu Ge; b — tranzistor.

tehnologia de lipire va căpăta o nouă înfățișare; lipirea necorespunzătoare a îmbinărilor și ca urmare contactele electrice imperfecte nu vor mai constitui probleme pentru tehnicienii electroniști.

# VI. METODE DE LIPIRE ȘI ADAPTĂRI CONSTRUCTIVE PE MONTAJE CU CIRCUITE IMPRIMATE, RECOMANDATE DEPANATORILOR ȘI RADIOAMATORILOR

Punerea la dispoziția marelui public din R.P.R., în ultimii ani, a radioreceptoarelor și televizoarelor cu circuite imprimate și elemente semiconductoare a făcut necesară publicarea de noi îndrumări tehnice pentru reparații mecanice, înlocuiri de piese, lipituri și diverse adaptări constructive, pe care depanatorul și radioamatorul să le poată face, cel mai adesea, numai cu mijloace proprii.

În practica reparațiilor și a construcțiilor radioelectronice pe plăci cu circuite imprimate, făcute de radioamatori, se nasc cele mai variate probleme, cărora aceștia trebuie să le facă față cu mijloacele cele mai ieftine, dar cu eficacitatea apropiată de cea a producției industriale de specialitate.

## 1. Pregătirea și protejarea plăcilor cu circuite imprimate

Pentru ca lipiturile ce se efectuează cu ocazia reparațiilor să se poată face corect pe plăcile cu circuite imprimate, este necesar ca suprafețele de prelucrare ale acestor plăci să fie menținute în stare curată. Spălarea acestora cu apă ar putea umezi exagerat marginile neprotejate ale găurilor, iar spălarea cu alcool ar dăuna datorită pătrunderii prin găuri între straturile de pertinax, întrucît substanța de lipire a acestor straturi este instabilă față de alcool; alcoolul ar spăla în acest caz și colofoniul ce protejează foița de Cu, fapt contraindicat.

Dacă în cadrul reparațiilor apare necesitatea unei găuriri a plăcii, locul se însemnă mai întîi cu un dorn ascuțit (Ker-

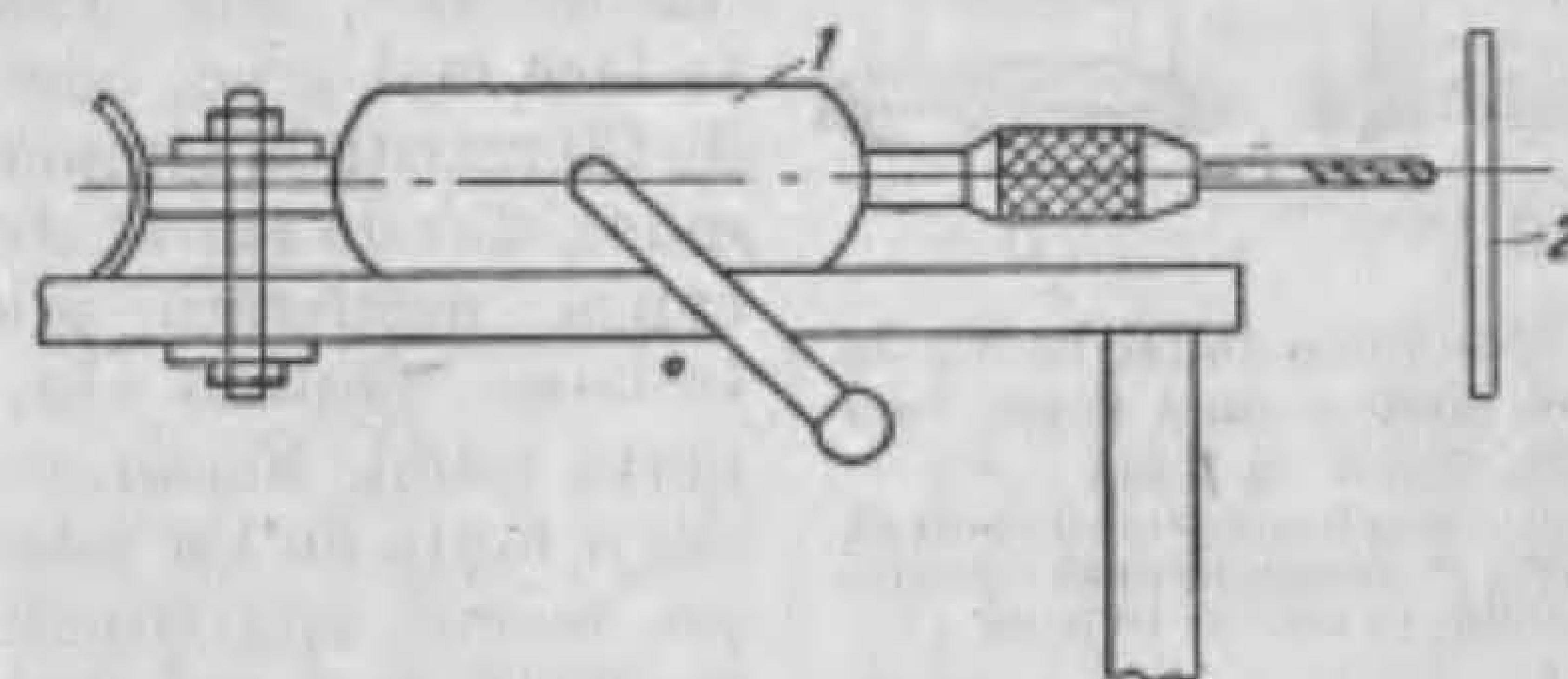



Fig. VI.1. Găurirea plăcii cu mașina de găurit fixată pe masă: 1 — mașina de găurit; 2 — placă pentru găurit.

ner) și apoi se găurește cu bormașina cu un burghiu de 1,3 mm, dinspre foița de Cu, astfel că foița poate intra într-o anumită măsură în gaură, îmbunătățind lipirea ulterioară; găurirea

din partea opusă, ar putea produce deslipirea foiței de Cu; cînd mașina de găurit se acționează manual, aceasta se fixează pe masă în poziție orizontală, placa se apropie de ea cu o mînă, iar cealaltă mînă acționează mașina (fig. VI.1).

Îndepărtarea așchiilor rezultate la găurire se face numai pe partea neplacată, unde se poate practica și o ușoară zencuire a găurii, ceea ce ușurează montarea pieselor.

Dacă apare nevoia unei tăieri a plăcii, aceasta se poate face cu un ferăstrău de traforaj cu dinți mărunți; marginile tăiate se pot șlefui cu hîrtie de șlefuit ori cu pila (după ce placa a fost așezată între două bucăți de carton, pentru ca așchiile să nu pătrundă în stratul de colofoniu), avînd grijă ca foița de Cu să nu se deslipească.

## 2. Montarea rezistențelor, condensatoarelor și elementelor semiconductoare

La înlocuirea unor piese defecte în montaj, bornele pieselor înlocuitoare se vor curăța de vopsea și apoi se vor cositori, astfel încît acestea să nu pătrundă cu partea izolată în găuri la locul de îmbinare. Traseul de circuit imprimat nu trebuie solicitat la tracțiune prin exercitarea unei forțe asupra piesei în direcția plăcii, acesta fiind lipit pe placă și avînd o rezistență limitată de aproximativ 1,2 kg/cm (fig. VI.2).

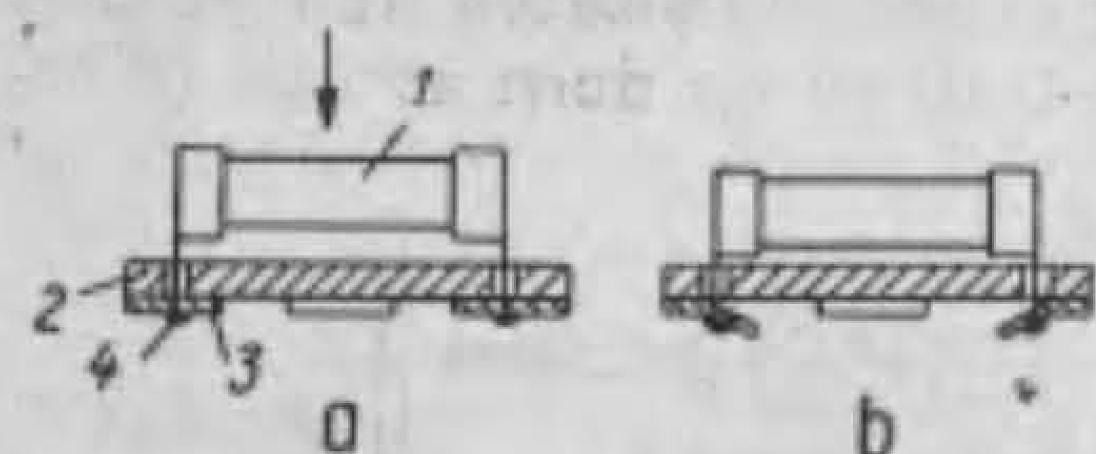


Fig. VI.2. Dezlipirea foiței de Cu la aplicarea pe piesă a unei forțe mai mari de 1,2 kg/cm:
a – piesa înainte de aplicarea forței; b – după aplicarea forței; 1 – piesă montată; 2 – placă; 3 – foiță de Cu; 4 – lipitură

De asemenea, nu se va insista prea mult cu ciocanul de lipit, cînd o lipitură se face mai greu, căci foița de Cu rezistă la temperatură mare, dar de scurtă durată; cauza neaderării aliajului trebuie căutată în altă parte (aliaj, borne oxidate etc.). Foița de Cu rezistă la șoc termic aproximativ 7 s la 240°C și 1 oră la 140°C.

Uneori, rezistențele cu borne de ieșire late necesită atenție specială la montare. În fig. VI.3 se prezintă diferite feluri de fixare a unei rezistențe cu inconvenientele ce apar. În cazul fig. VI.3, *a* rezistența mecanică este bună, iar cea termică slabă; în cazul fig. VI.3, *b* există pericol de scurtcircuit; în cazul fig. VI.3, *c* rezistența mecanică și termică sînt bune, dar necesită gabarit mare pe placă.



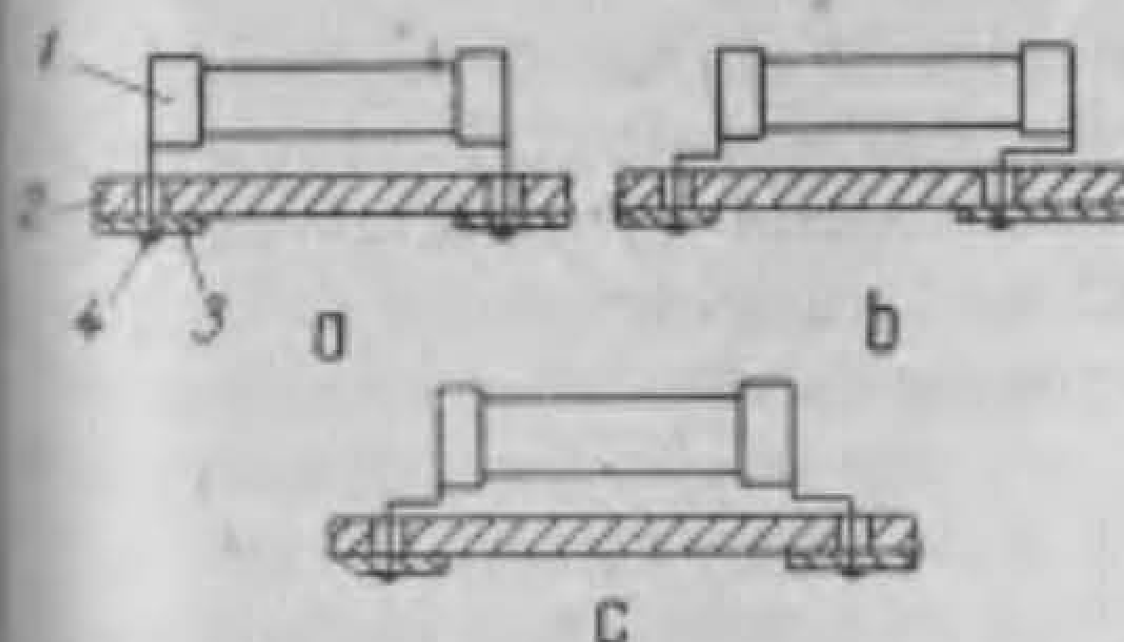


Fig. VI.3. Inconvenientele diverselor feluri de montare a unei piese:
a – piesa cu borne de ieșire scurte se încălzește ușor; b, c – piesa necesită gabarit mare pe placă și sînt posibilități de scurtcircuit. 1 – piesă; 2 – placă; 3 – foiță de Cu; 4 – lipitură.

Fig. VI.4. Montarea în poziție verticală a unei rezistențe:
1 – tub izolator.

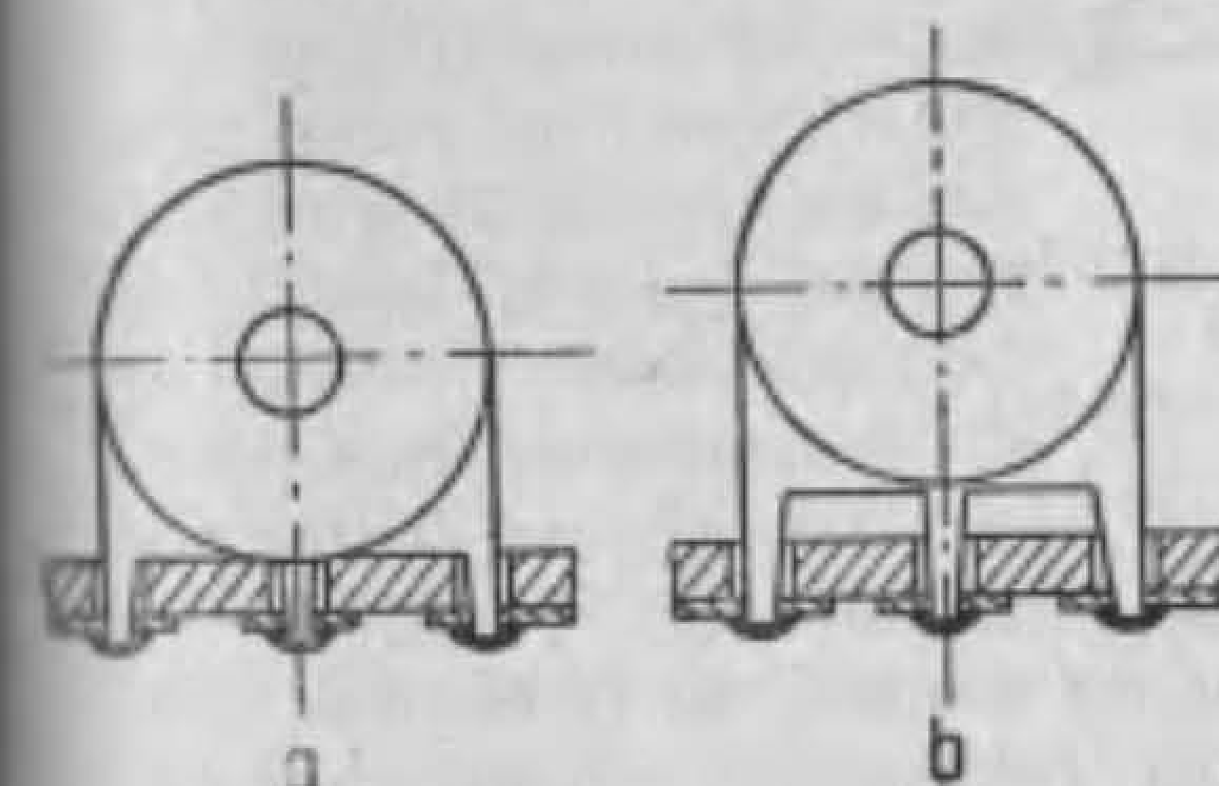


Fig. VI.5. Montarea unui potențiometru miniatură fixat în 3 puncte:
a – montaj corect; b – montaj greșit.

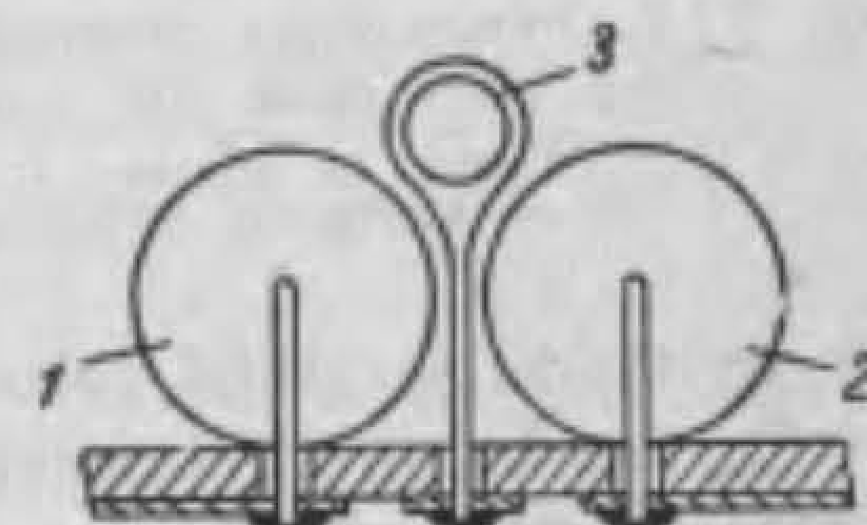


Fig. VI.6. Montarea concentrată a unei grupe de trei piese:
1, 2 – rezistențe; 3 – condensator.

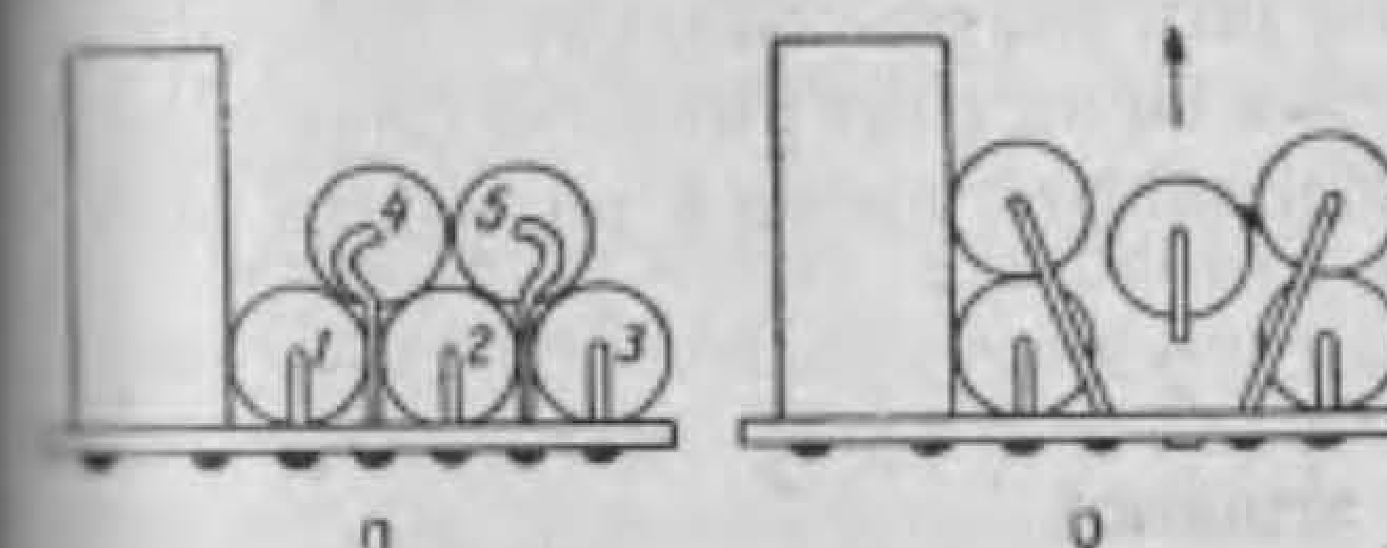


Fig. VI.7. Montaj concentrat cu posibilități ușoare de acces la piese:
a – poziția pieselor înainte de intervenire; b – degajarea piesei 2; 1 – 5 – diferite piese montate.



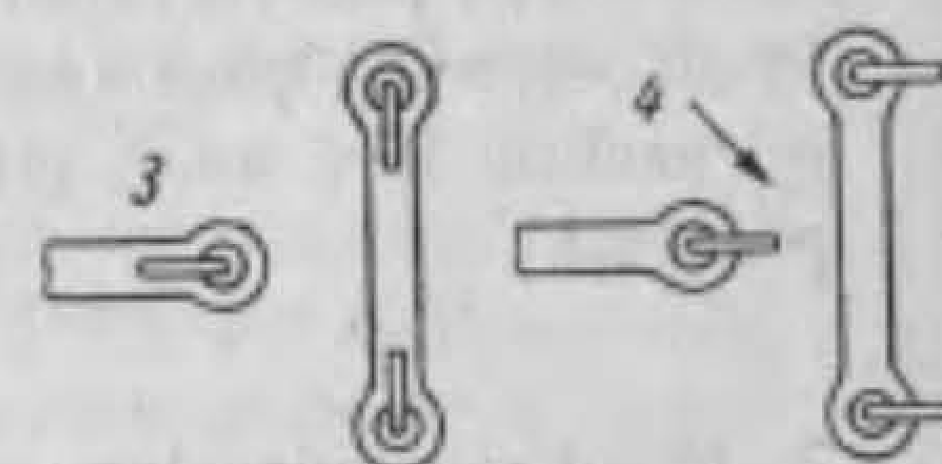


Fig. VI.8. Îndoirea capetelor bornelor de ieșire pe direcția traseelor foiței de Cu:
1 – borna neîndoită; 2 – borna îndoită; 3 – îndoirea corectă; 4 – îndoirea greșită care favorizează crearea punților.

În montajele compacte, mai ales la radioreceptoarele de buzunar, apare nevoia montării în poziție verticală a pieselor. Se va avea grijă la schimbarea unei astfel de piese ca borna de ieșire lungă să fie închisă într-un tub izolator (fig. VI.4).

În fig. VI.5, VI.6, VI.7 se prezintă montarea de diferite piese care permit o concentrare mare și posibilități ușoare de acces la ele în cazul depanărilor. În fig. VI.7 îndoirea bornelor de ieșire la piesele 4—5 permite accesul la piesa 2.

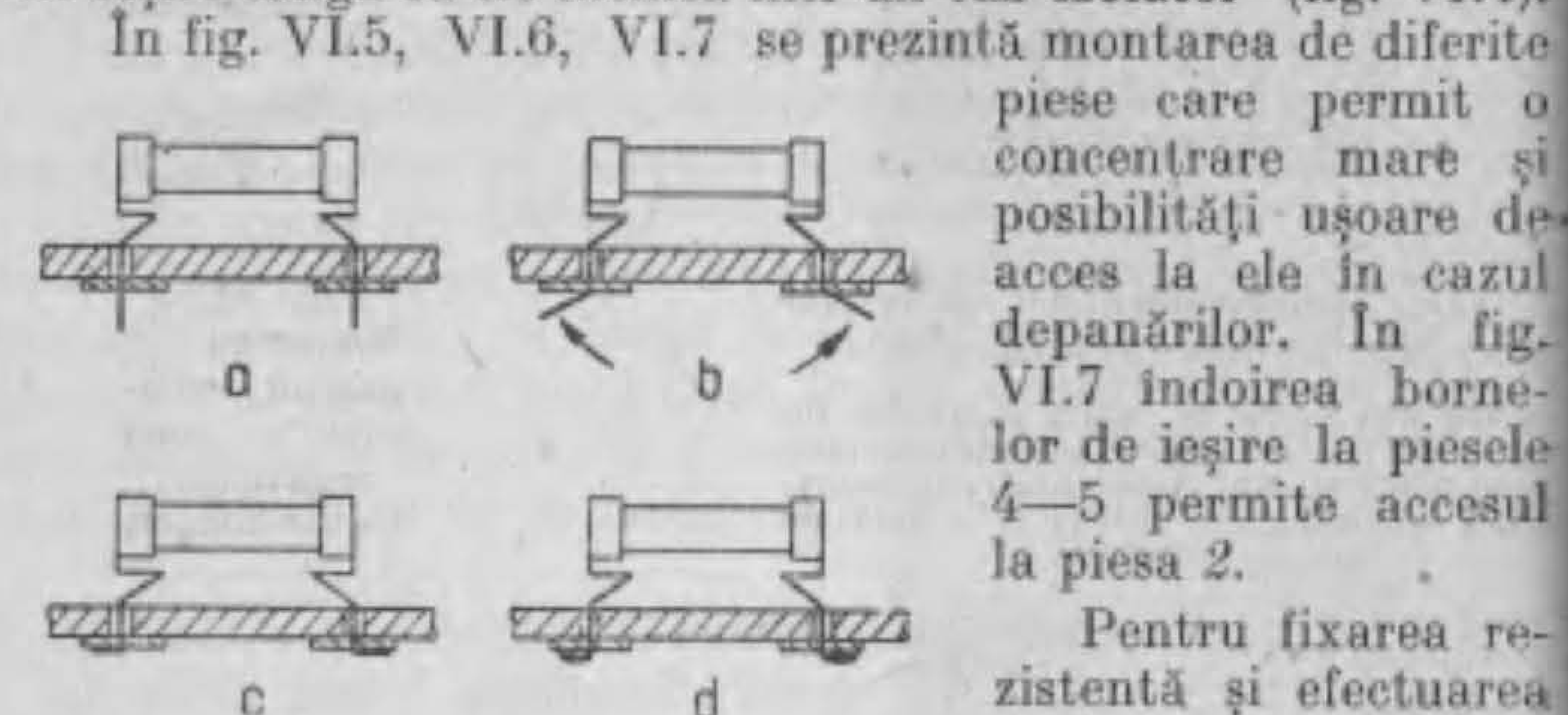


Fig. VI.9. Succesiunea operațiilor la înlocuirea unei piese din montaj:
a — introducerea în gaură; b — îndoirea; c — tăierea; d — lipirea.

Pentru fixarea rezistentă și efectuarea de lipituri de dimensiuni mici în montajele compacte, capetele bornelor se îndoaie pe direcția traseului de Cu, evitîndu-se astfel formarea punților (fig. VI.8).

Ca succesiune a operațiilor de montaj, la înlocuirea unei piese defecte, după ce a fost înlăturată, se recomandă: introducerea în găuri, îndoirea, tăierea, lipirea (fig. VI.9).

În cazul scăpării de prea mult cositor pe un loc de lipire, se scutură ciocanul de lipit și se „trage" apoi repede excesul de cositor de pe locul prea încărcat.

După efectuarea reparației, reparatorul trebuie să lase o suprafață curată a circuitului imprimat, cu posibilități de noi intervenții pentru reparare, prin ștergere cu o cîrpă înmuiată în alcool, acoperind apoi placa cu un strat protector (la nevoie o vaselină fără acid) cît mai subțire pentru a nu colecta impurități.

## 3. Montarea pieselor cu armături

În cadrul reparațiilor pot apărea situații cînd anumite piese înlocuitoare ale celor defecte nu se pot fixa direct în placa imprimată (de ex. transformatoare, bobine); se pot realiza în acest caz semifabricate cu ajutorul unor armături.



Cerința esențială pentru armăturile destinate unui subansamblu ce urmează a fi adaptat la un circuit imprimat este ca semifabricatul respectiv să satisfacă condițiile cerute de acest fel de circuite, adică toate legăturile mecanice și conexiunile electrice să fie așezate în planul de bază și să aibă conformația care să permită introducerea lor în găuri de 1,3 mm; conexiunile electrice trebuie să se poată lipi ireproșabil.

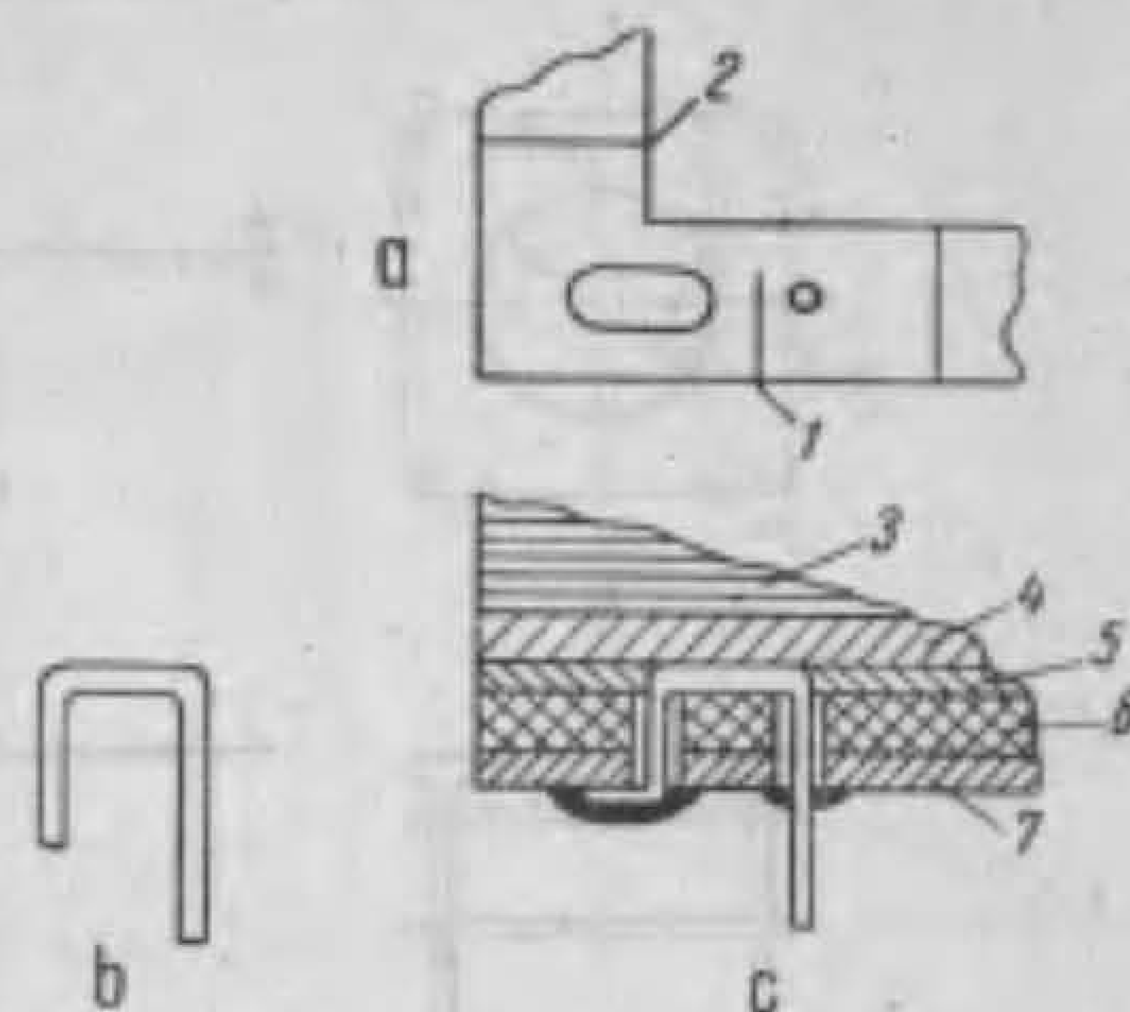


Fig. VI.10. Transformator armat pentru fixarea pe placa imprimată:
a — suprafața de lipire a conexiunilor transformatorului; b — conexiune de fixare înainte de lipire; c — transformator montat pe placă; 1 — linie de separație termică; 2 — linie de separație electrică; 3 — miezul transformatorului; 4 — strat izolator din hîrtie; 5 — adeziv; 6 — placă de pertinax; 7 — foiță de Cu.

Un transformator armat, așa cum se arată în fig. VI.10, se realizează lipind mici plăci imprimate cu trasee corespunzătoare pe miezul transformatorului respectiv, folosind o izolație intermediară de carton, plăcile imprimate conținînd sîrmă de conexiune cositorită. Capetele de conexiune care sosesc de la suportul transformatorului se lipesc pe suprafețele traseelor armăturii, făcînd legătura electrică cu conexiunile care pleacă din aceste locuri.

Liniile de separare electrică și termică asigură, prin conformația lor, ca, conductoarele înfășurării să nu se dezlipească în momentul fixării transformatorului prin lipire pe placa imprimată, astfel cum se vede în figură. Liniile de separare se trasează simplu, cu rigla, și apoi cu o lamă sau cu o pilă subțire.

Aproape orice corp de bobină de dimensiuni mici se poate adapta la circuitele imprimate după un prealabil raționament.

Distanța între placa imprimată și înfășurare este determinată de datele electrice.

Dacă reparatorul trebuie să realizeze o bobină, aceasta se face bobinînd numărul de spire necesar — cu sîrma corespunzătoare — pe o carcasă din material plastic — în cazul nostru cu două secțiuni de bobinaj — și folosind o bucșă filetată din același material, prevăzută cu un miez de reglaj.

Aceasta se fixează apoi într-o armătură de placă imprimată, putînd avea pînă la 8 legături posibile.

Marele avantaj este că, asamblarea tuturor pieselor înainte de bobinare permite fixarea legăturilor la traseele pe

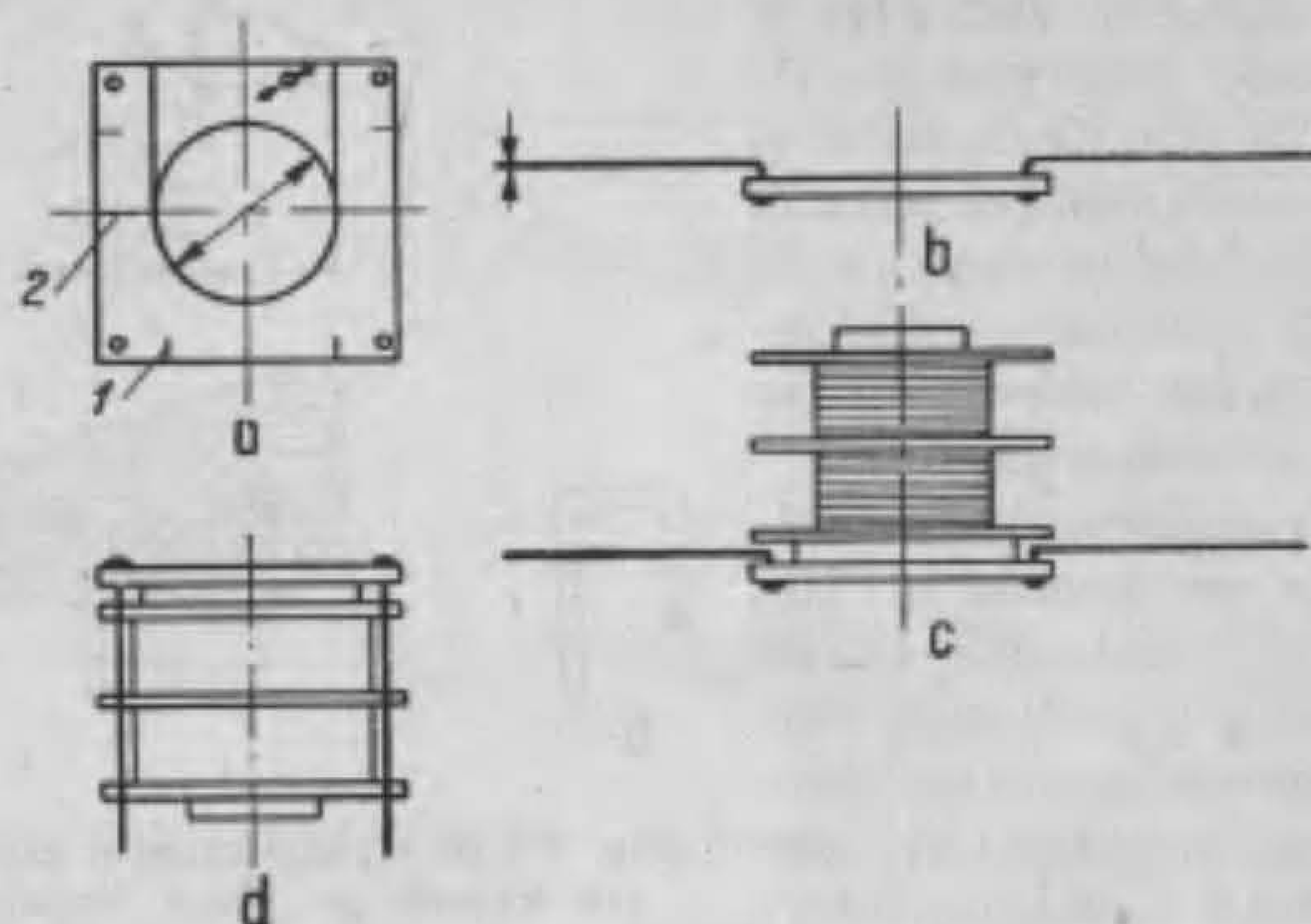



**Fig. VI.11. Construcția și fixarea unei bobine pe placa imprimată :**

*a* — armătura cu linii de separație termică (*1*) și electrică(*2*); *b* — lipirea conexiunilor; *c* — fixarea carcasei cu bobină pe armătură; *d* — bobina gata pentru montaj.

care se pot lipi mai tîrziu; o confuzie este astfel înlăturată fără a fi nevoie de semne speciale. Ansamblul bobinat poate fi apoi legat succesiv la fiecare traseu al plăcii.

Confecționarea unei astfel de bobine cu cinci legături se arată în fig. VI.11.

Se recomandă crearea de linii de separație pentru prevenirea suprasolicitării termice.

După ce se controlează valorile bobinei, aceasta se fixează pe placa imprimată prin conductoarele din Cu monofilar de $\phi$ 0,8 sau 1 mm, care se rabat paralel cu corpul înfășurării.

În cazul pieselor cu raport $l/d$ mare ($l$ este lungimea, iar $d$ — diametrul), cum sînt condensatoarele electrolitice, în scopul cîștigului de spațiu, se realizează suporturi în formă de U, din conductor de Cu de $\phi$ 0,8—1 mm, de care se fixează piese cu punctul de masă sus (fig. VI.12). Prin montarea pe placă, la cîțiva milimetri de suprafață, se cîștigă spațiu, iar piesa nu este supusă la suprasolicitări termice.



În cazul montării de piese grele, acestea se montează în formă de colivie (fig. VI.13), cu punctul de masă sus, pentru

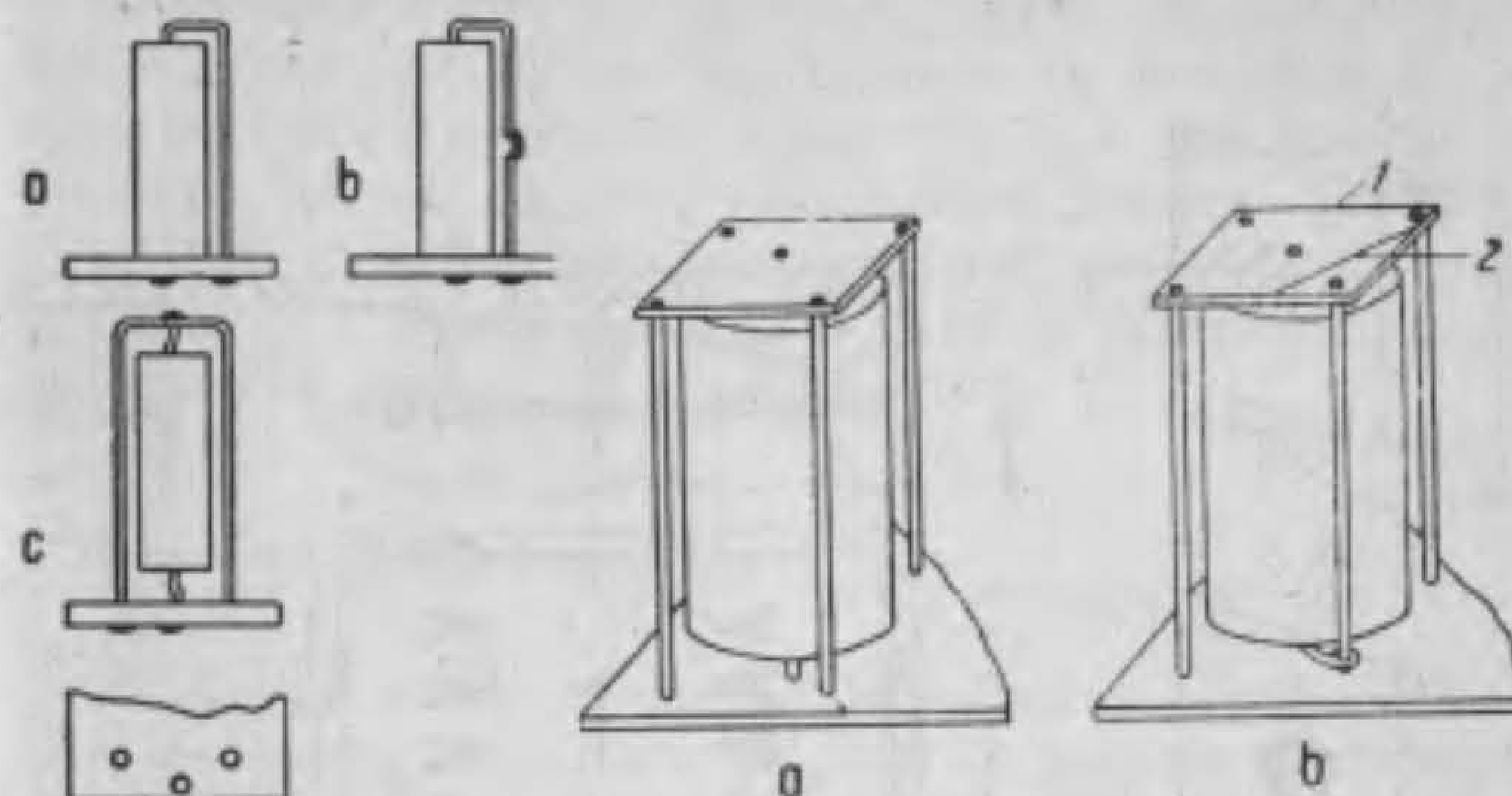



**Fig. VI.12. Fixarea pieselor cu raport $l/d$ mare pe placa imprimată :**

*a* — piesa este suprasolicitată termic; *b* — înnădirea conexiunii este neestetică și piesa este suprasolicitată termic; *c* — fixare corectă.

**Fig. VI.13. Montaje de piese grele pe placa imprimată :**

*a* — montarea în colivie destinată legării la masă; *b* — datorită liniei separatoare în armătură, contactul de jos se poate lega la un fir vertical; *1* — armătură; *2* — linie separatoare.

a reduce pericolul de cuplaj cu restul circuitului *a*, sau cu conexiunea inferioară legată la un fir vertical și practicînd o linie de separație în placa cu circuite imprimate ce servește ca armătură *b*.

O fixare mai simplă a unei piese grele pe placă se prezintă în fig. VI.14.

Fixarea unui potențiometru miniatură pe o placă cu circuite imprimate se face ca în fig. VI.15. Piesa-suport cu piciorușe de fixare se poate confecționa din tablă de cutie de conserve prin tăiere cu foarfeca; aceasta se lipește ușor. Picioruşele piesei-suport se pot face din sîrmă de Cu

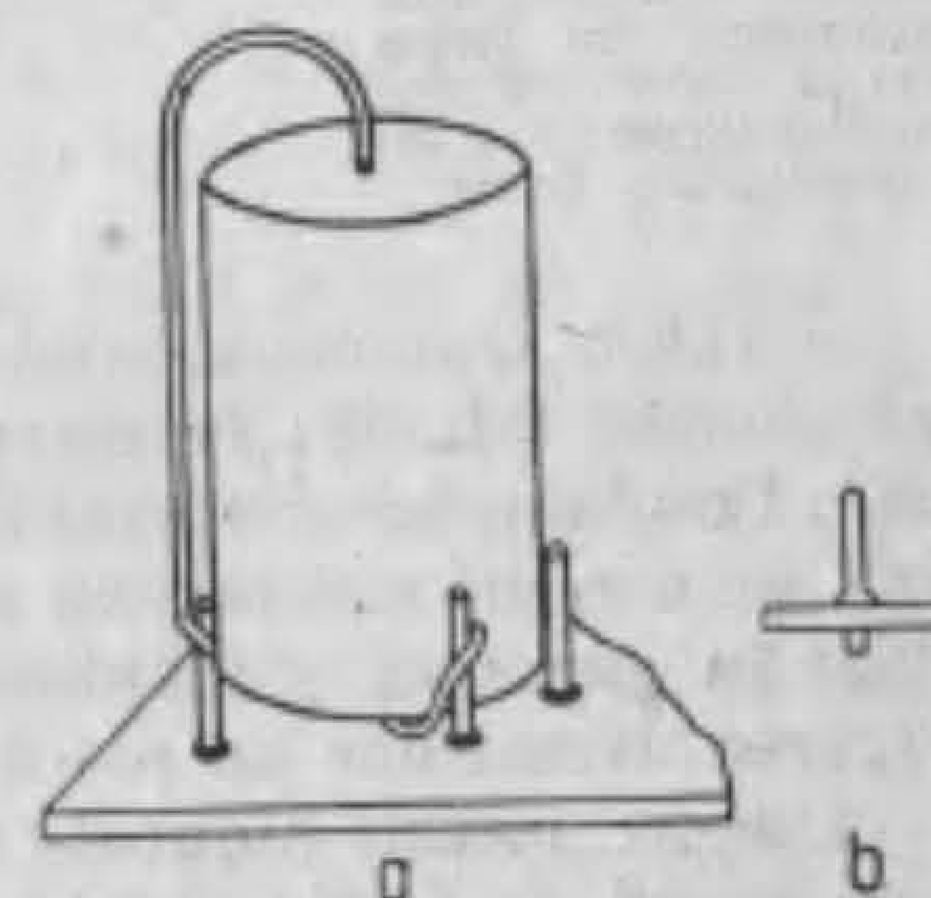



**Fig. VI.14. Montarea verticală a unei piese grele și consolidarea prin picioruşe de sprijin :**

*a* — piesa montată; *b* — forma piciorușului asigură fixarea și elimină efortul pe lipitură.

de ⌀ 1 mm, trecută prin tablă și lipită, și se pot îndoi astfel, încît să intre în traseul conductoarelor imprimate, la distanța corespunzătoare.

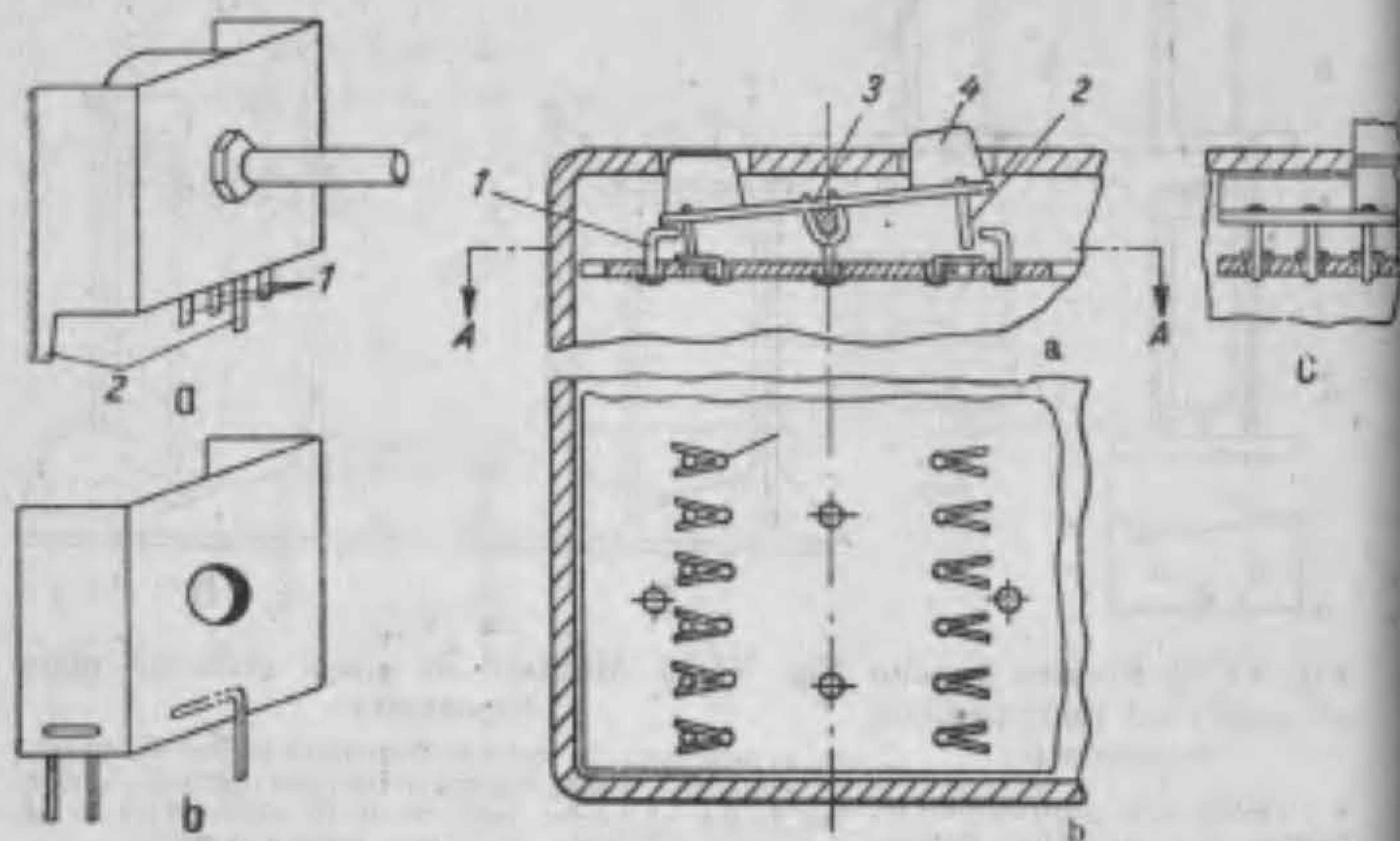



**Fig. VI.15. Fixarea unui potențiometru-miniatură pe placa imprimată :**
a — fixarea prin piciorușe din armătura-suport; b — fixarea prin piciorușul din sîrmă Ø1; 1 — öse de contact ale piesei; 2 — piciorușe de fixare.

**Fig. VI.16. Comutator basculant cu contacte arcuitoare în V, cu armături din placă imprimată :**
a — comutatorul; b — secțiunea A-A; c — grupul de fișă în contacte V; 1 — umăr de limitare (opritor); 2 — fișă; 3 — lagăr; 4 — clapă.

Fixarea condensatoarelor variabile pe placa imprimată este foarte dificilă; trecerea axului prin placă trebuie evitată. Condensatorul variabil, cînd nu este prea mare, se poate fixa pe o ramă comună cu placa, dar alături de aceasta, sau chiar în șuruburi, îndeplinind rolul de suport al plăcii. Fixarea trimerilor pe placă depinde de forma lor.

Uneori, piesele montate compact se pot izola prin trecerea unei benzi de hîrtie cerată printre ele.

Cînd depanatorul este nevoit, sau radioamatorul dorește, să-și construiască un comutator pentru folosirea pe plăci cu circuite imprimate, aceștia pot realiza un comutator basculant, folosind cîteva capete de sîrmă de boruz de ⌀ 0,4 mm, plăcuțe cu trasee imprimate corespunzător și P.V.C. dur pentru clape și umeri de limitare (fig. VI.16).

Comutarea se face prin intrarea grupului de contacte din stînga, alternativ cu cele din dreapta, în contactele V, la apăsarea clapei respective. Fișele cu ⌀ 1 mm descriu la comutare un arc de cerc; prin această mișcare, circulară, locurile de contact se pot ușor mări, dar inconvenientul este înlăturat prin forma contactului în V și găurile de fixare suficient de mari.

## 4 Borne de legătură și contacte

În stadiul actual al dezvoltării tehnologiei radioelectronice cu circuite imprimate pe plăci în module funcționale, o problemă importantă care se pune în realizarea montajelor cu astfel de circuite nu numai depanatorului sau radioamatorului, dar chiar uzinelor de specialitate, este aceea a legăturilor plăcii cu exteriorul (intrarea, ieșirea, alimentarea). Bornele de legătură trebuie să aibă o bună rezistență mecanică și prin ele să se facă un contact electric corespunzător.

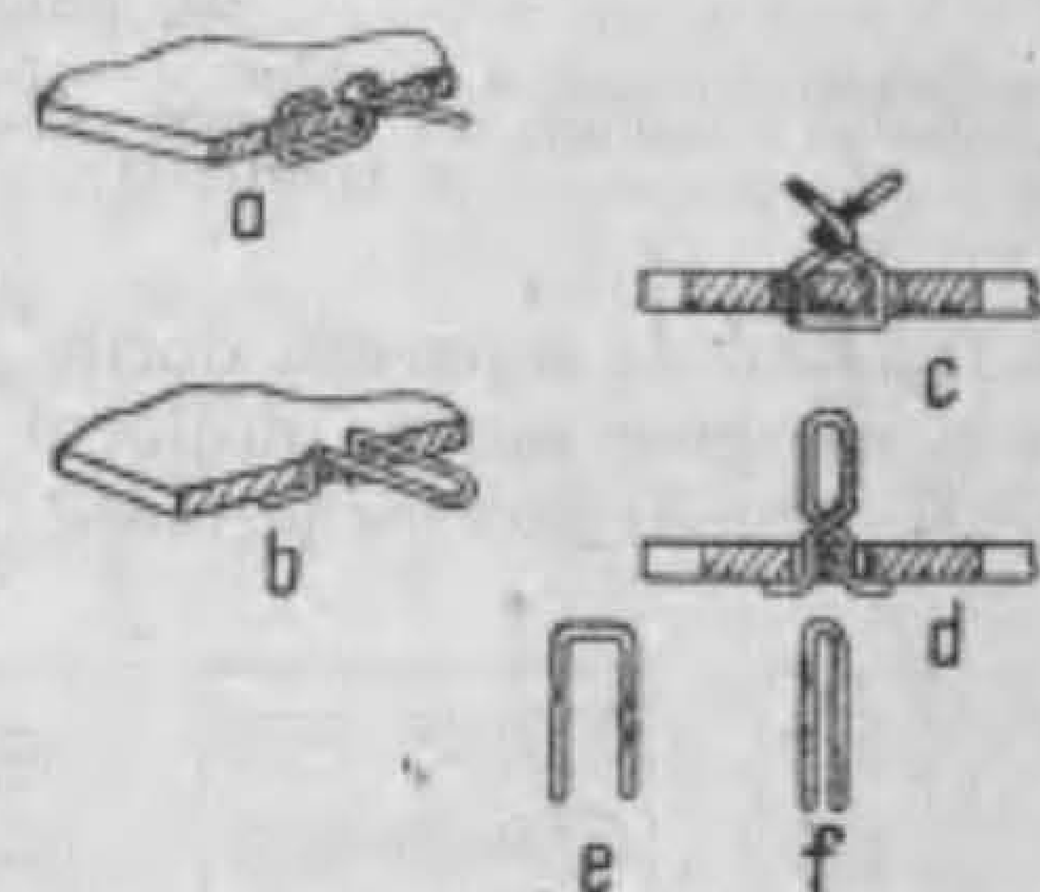



**Fig. VI.17. Borne de legătură :**
a — contact orizontal; b — contact ösa; c, d — contacte verticale; e — forma sîrmei pentru a și c; f — forma sîrmei pentru b și d.

Se pot construi borne (öse) din sîrmă de Cu, cu ⌀ 0,6—1 mm, de lungime dorită și orientate convenabil, fixate în una sau două găuri și lipite pe traseul circuitelor imprimate (fig. VI.17).

Depanatorul poate confecționa öse din tablă de cutie de conserve care se cositoresc ușor; nu se recomandă lipirea bornelor sau a öselor direct pe foița de Cu fără fixarea mecanică în placă.

Pe placă se pot realiza la nevoie puncte de sprijin din sîrmă de Cu cu ⌀ 0,5—0,8 mm, fixate în găuri sub formă de

cusătură cu realizarea simplă a unor ochiuri de prindere (fig. VI.18) de dimensiuni dorite.

Alt gen de puncte de sprijin se poate realiza din fişii de placă cu foiţă de Cu, pe care, în cazul nevoilor de reparaţii,

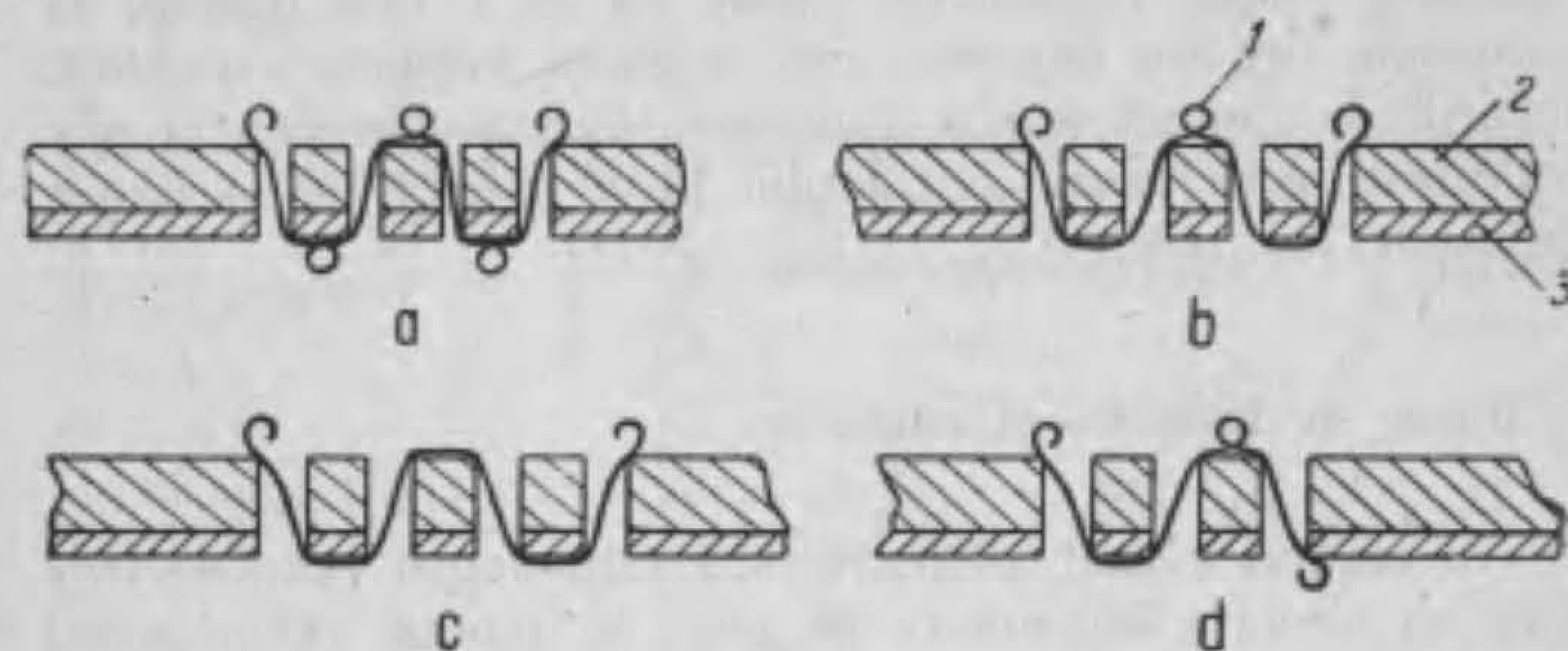



Fig. VI.18. Ösa de legătură sau sprijin tip cusătură cu ochiuri de prindere:

a — ösă cu 4 treceri şi 5 ochiuri; b — ösă cu 4 treceri şi 3 ochiuri; c — ösă cu 4 treceri şi 2 ochiuri; d — ösă cu 3 treceri şi 3 ochiuri; 1 — ochiul ösii; 2 — placă imprimată; 3 — foiţă de Cu.

se fac linii de separaţii dorite şi găuri; alteori, se poate lăsa pe o margine sau pe mijlocul plăcii un traseu continuu, cu găuri, pentru punere la masă (fig. VI.19).

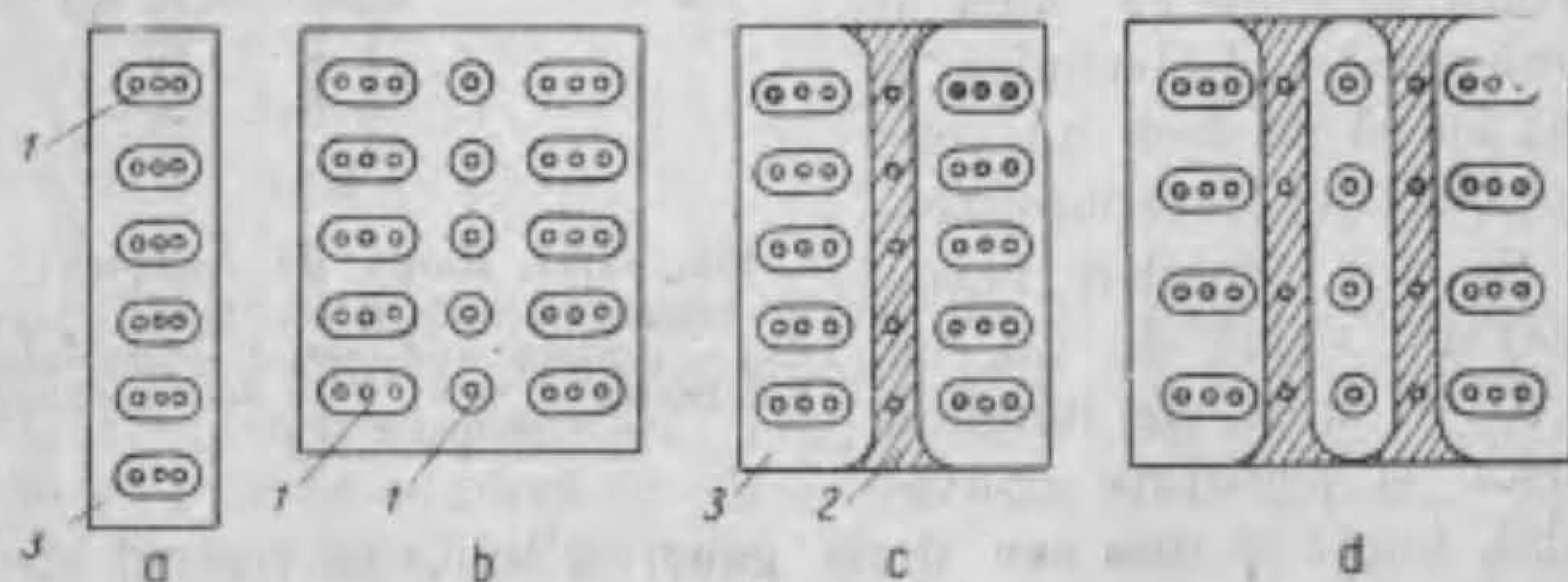



Fig. VI.19. Puncte de sprijin pe fişii de placă cu foiţă de Cu:

a — b — plăci cu puncte de sprijin; c—d — plăci cu puncte de sprijin cu 1 şi 3 găuri; 2 — traseu continuu; 3 — placă.

Legăturile de ieşire ale modulelor funcţionale se mai pot realiza prin contacte directe cu fişe fixate pe marginea plăcii şi lipite pe traseele de circuit, ca în fig. VI.20.



Alteori, legăturile se fac indirect, prin intermediul unei reglete cu fişe, cu contacte fixate pe traseele ei imprimate, dispuse după necesitate, care se pot introduce în alte contacte sub formă de bucşă (jacuri), ale modulului funcţional vecin). Legăturile se fac uşor, plăcile se pot suprapune după voie, iar demontarea este uşoară şi rapidă (fig. VI.21).

Se practică adesea şi o cheie de ghidaj care uşurează şi mai mult introducerea corectă a fişelor. Ca piese componente pentru construcţia contactelor se pot folosi cele rezultate de la suporturile tub electronic (picioruşele cu diametru de 1 mm şi bucşele elastice).

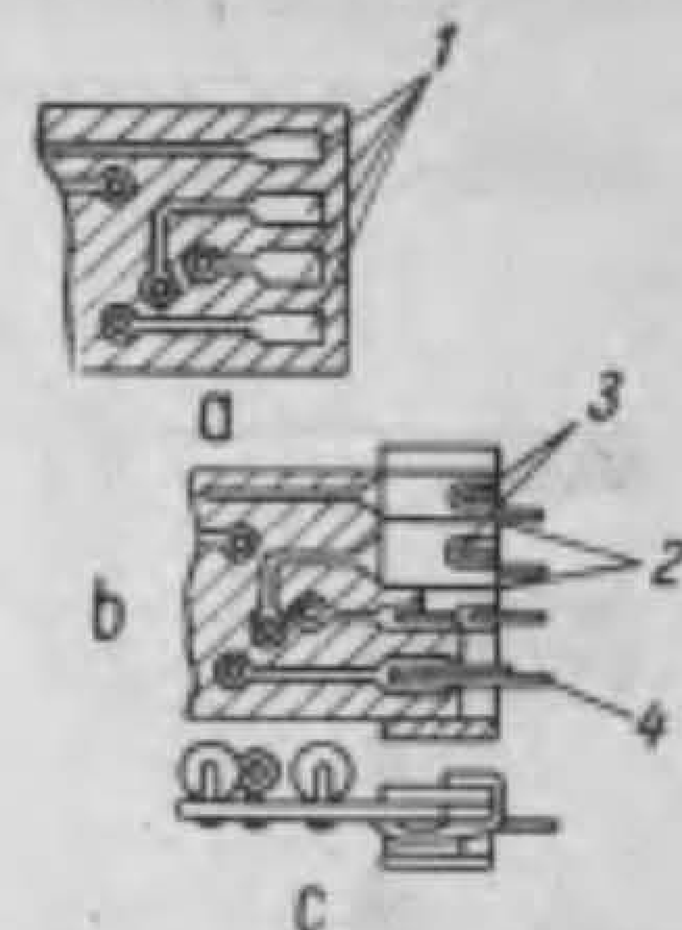



Fig. VI.20. Contacte directe cu fişe pentru intrare-ieşire:

a — placă cu suprafeţele de contact (1); b — placă cu linii separatoare şi fişe lipite (2,3); c — placă cu piese montate.

Fişele se pot confecţiona cu uşurinţă de către depanator sau radioamator, din sîrmă de Cu de 1 mm. De asemenea, în locul bucşelor se pot folosi contacte arcuitoare, din sîrmă de bronz de ⌀ 0,4 mm, sub formă de furcă (în V) care se fixează pe placă în găuri, prin lipire, aşa cum se arată în fig. VI.22.

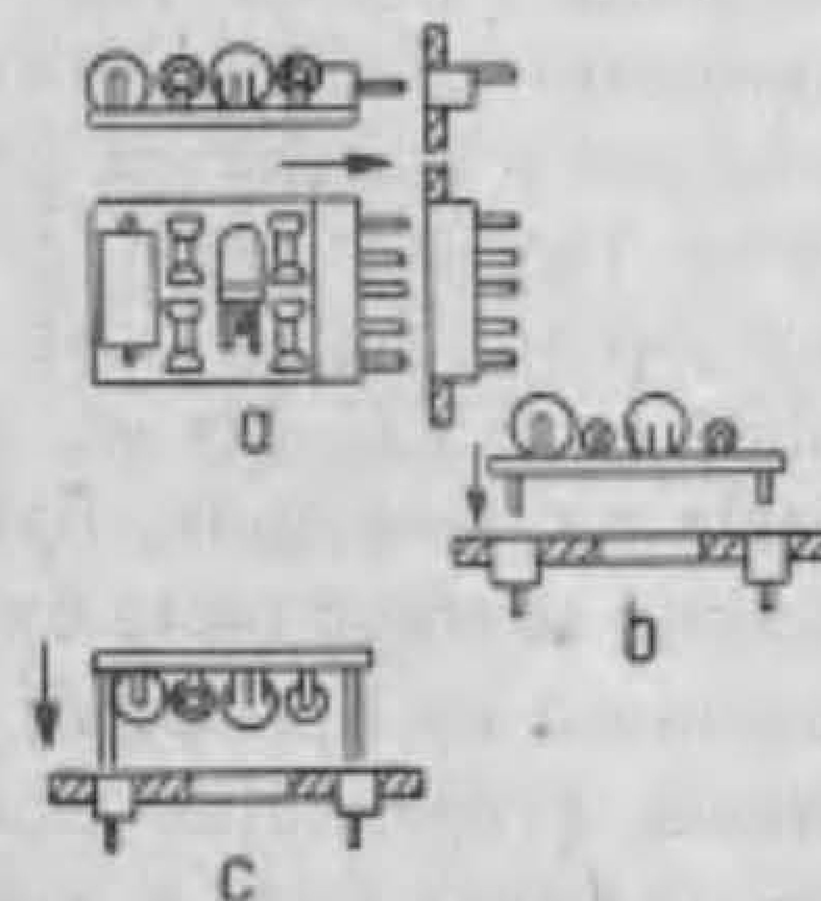



Fig. VI.21. Contacte indirecte cu regletă:

a — contacte paralele cu placă imprimată; b — contacte perpendiculare pe placa imprimată; c — contacte pe faţa plăcii cu piese montate.




Fig. VI.22. Fazele de construcţie ale contactelor arcuitoare în V:

a — tăierea şi îndoirea sîrmei; b — formare; c — fixare şi lipire în gaura din placa imprimată.

În aceste construcţii, este recomandabil să se prevadă posibilitatea executării măsurătorilor în anumite puncte ale traseului de conductoare din modulul funcţional sau aparatul asamblat. Conformaţia bidimensională a traseelor imprimate nu permite conectarea prin crocodili, iar lipiturile provizorii nu sînt recomandabile (din cauza stratului de protecţie sau a distrugerii foiţei de Cu).

În acest scop se folosesc fişe de 1 mm grosime, introduse în placă, pentru control.

Pentru legarea aparatelor de măsurat la aceste puncte, se pot folosi, atît crocodili, cît şi bucşe spiralate, confecţionate prin înfăşurarea manuală a unei sîrme de bronz pentru arcuri de 0,4 mm pe un ştift care să-i asigure diametrul interior de 1 mm.

Pentru că rămîne o mică distanţă între spire, la comprimare, bucşa se lărgeşte puţin şi intră uşor, făcînd un contact bun pe fişă; pentru deconectare este suficientă o comprimare uşoară a spirelor cu unghia şi bucşa se lărgeşte puţin şi iese de pe fişă. Pe spirală se introduce capătul desizolat pe 2—3 mm al unei conexiuni de liţă izolată în P.V.C. (de ex. 19 × × 0,1 mm), se lipeşte neted spirala pe 3—4 spire, fixînd-o astfel pe conexiunea de liţă şi totodată se trage peste lipitura caldă capătul izolaţiei de pe conexiunea de liţă astfel, încît să îmbrace spirala, care-şi păstrează proprietăţile elastice. Se realizează astfel un element de conectare sigur şi potrivit scopurilor pentru aparatele cu circuite imprimate şi miniaturizate (fig. VI.23). În figură se arată şi un sistem de punţi de scurtcircuitare, separabile, pentru efectuarea măsurătorilor.

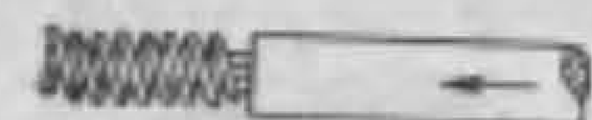









**Fig. VI.23. Fazele de construcţie ale unui element de conectare:**
*a* — cu bucşă spiralată; *b* — cu punţi de scurtcircuit separabile pentru măsurători; *1* — punte pe faţa cu trasee a plăcii; *2* — punte pe faţa cu piese montate a plăcii.



## 5. Montarea tuburilor electronice pe plăci cu circuite imprimate

După ce am arătat cum se adaptează constructiv, pentru nevoi de reparaţii, diverse piese ce urmează a fi montate pe plăci cu circuite imprimate, vom vedea că adaptarea tuburilor electronice ridică probleme noi.

Limitîndu-ne la tuburile cu 7 şi 9 picioruşe, de tip miniatură, atunci cînd nu se dispune de socluri anume construite, acestea se fixează pe placa imprimată, după ce în prealabil s-au practicat găurile necesare în funcţie de schema electrică a circuitului şi traseele imprimate, şi după ce în ele s-au poziţionat corect (prin introducerea unui calibru în găuri) şi s-au fixat prin lipire contactele arcuitoare în V.

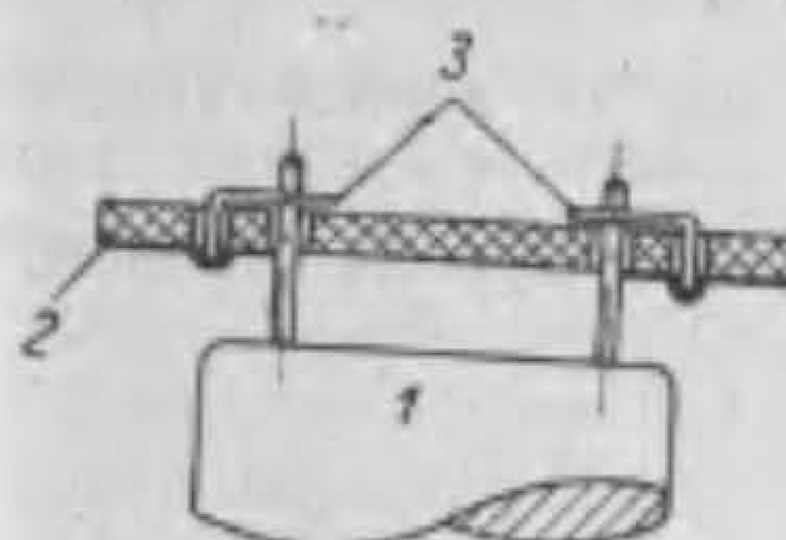
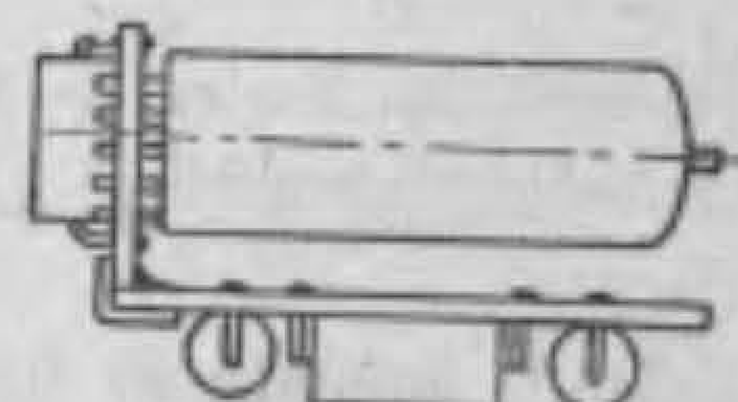



**Fig. VI.24. Montarea unui tub electronic direct pe placă prin fixare în contacte în V:**
*1* — tubul electronic; *2* — placă; *3* — contacte în V.



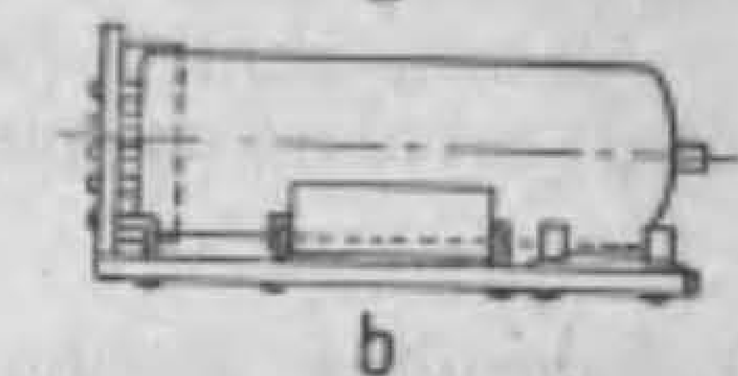



**Fig. VI.25. Montarea unui tub electronic pe placa imprimată cu ajutorul unei plăci-suport:**
*a* — montarea tubului pe faţă cuprată a plăcii; *b* — montarea tubului pe faţă cu piese montate.

Spaţiul dintre picioruşe se poate folosi ca suprafaţă de punere la masă, cînd traseul conductoarelor pe placă o permite (fig. VI.24).

Tuburile electronice se pot fixa atît pe faţa cu trasee imprimate *a* cît şi pe cea cu piese montate a plăcii *b*.

Montarea tuburilor pe suprafaţa cu trasee imprimate apără piesele de solicitarea termică, dar necesită un volum mai mare pentru modulul funcţional.

Dacă nu există pericol de supraîncălzirea pieselor şi cînd energia calorică a tubului poate fi disipată prin măsuri potri-

vite, se recomandă montarea tubului paralel cu placa. Pentru aceasta se folosește o plăcuță anexă de dimensiuni necesare, în care se fixează tubul prin contacte în V

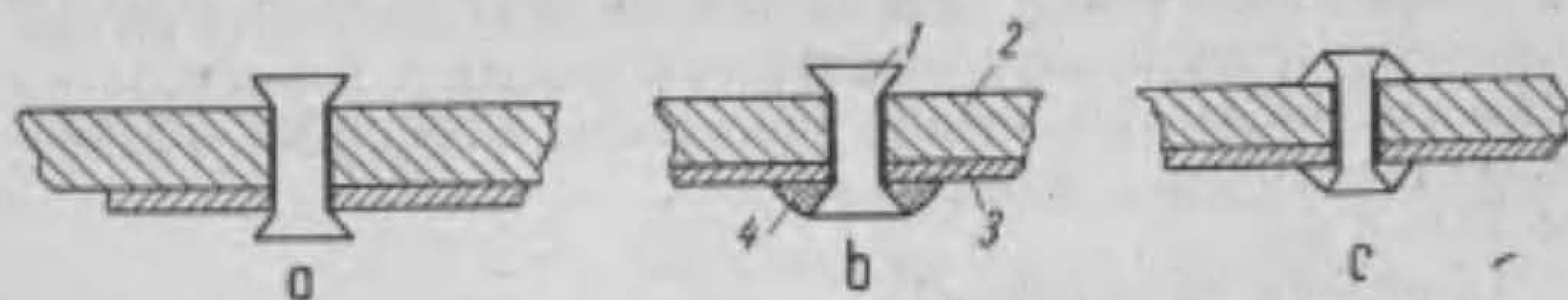



Fig. VI.26. Forme de nituri tubulare pentru circuite imprimate: a — nitul fixat pe placă; b — nitul fixat și lipit pe placă; c — nitul bercluit pe placă; 1 — nit; 2 — placă; 3 — foiță de Cu; 4 — lipitură.

și apoi aceasta se fixează pe placă cu o scoabă-vinclu (fig. VI.25).

Alteori, pentru fixarea tuburilor electronice se folosesc nituri tubulare ca cele din fig. VI.26.

### 6. Înlocuirea pieselor în montaje

Scoaterea unei piese de pe placa cu circuite imprimate este o operație delicată, datorită dificultăților pe care foița de Cu le poate crea prin deslipirea de suportul-placă, din cauza lipirilor frecvent repetate pe ea, a timpului prelungit de lipire cu un ciocan supraîncălzit, manipulării incorecte etc.

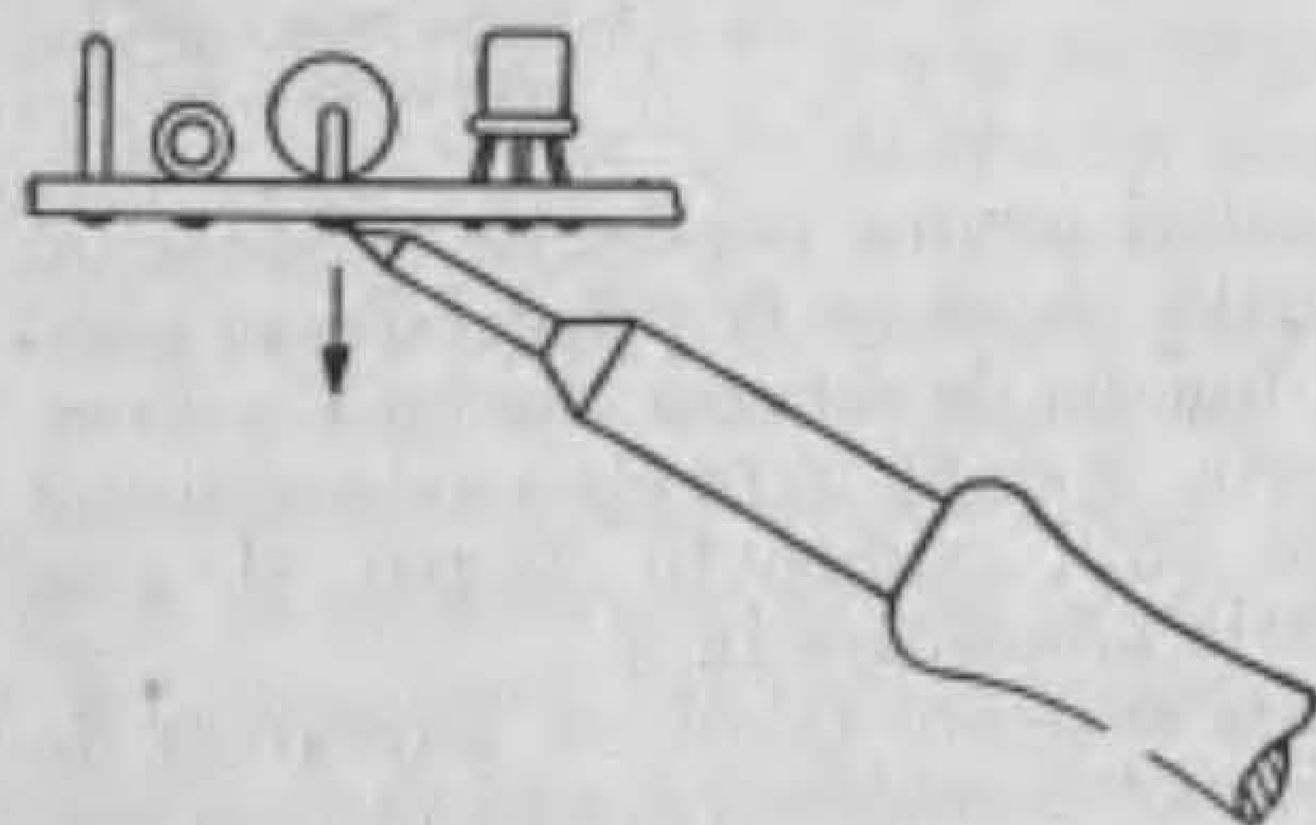


Fig. VI.27. Tragerea cositorului de pe lipitură cu ciocanul de lipit.

Greutățile mari constau în desdoirea capetelor bornelor de ieșire a rezistențelor sau condensatoarelor de pe fața imprimată a plăcii. Cînd piesa are 2—3 puncte lipite, poate fi îndepărtată numai pe etape. Ceea ce s-a spus despre suprasolicitarea termică a foiței (care se poate deslipi de pe placă), este valabil și în cazul lipirii piesei înlocuitoare.

În cazul montajelor cu circuite imprimate, care au avut o perioadă de funcționare mai lungă, a fost posibilă o oxidare a foiții de Cu sau a bornelor de ieșire dacă n-au fost corespunzător acoperite cu strat protector.

Pentru deslipiri de piese, reparatorul trebuie să folosească ciocanul de lipit; se îndepărtează cositorul de pe lipitură în timp cît mai scurt; în acest scop, vîrful ciocanului se introduce în decapant și se scutură sau se șterge cu o cîrpă; se „trage" cositorul de pe lipitură, ținînd placa cu fața lipită în jos pentru scurgerea cositorului (fig. VI.27).

La nevoie operația se repetă de 2—3 ori la intervale scurte. Dacă se urmărește scoaterea unei piese fixată cu două borne, și acestea sînt neîndoite, se încălzește locul lipiturii și se trage borna de ieșire din placă. În cazul în care la scoatere gaura n-a rămas degajată de cositor, pentru montarea piesei înlocuitoare se curăță cu bormașina. Se va evita încălzirea continuă a plăcii pe locul găurii. Dacă borna este îndoită pe traseul imprimat, după eliminarea cositorului, se desdoaie borna cu o lamă de cuțit și după încălzire se trage afară. În cazul conexiunilor tranzistoarelor, acestea se pot extrage din placă, fără a mai fi desdoite.

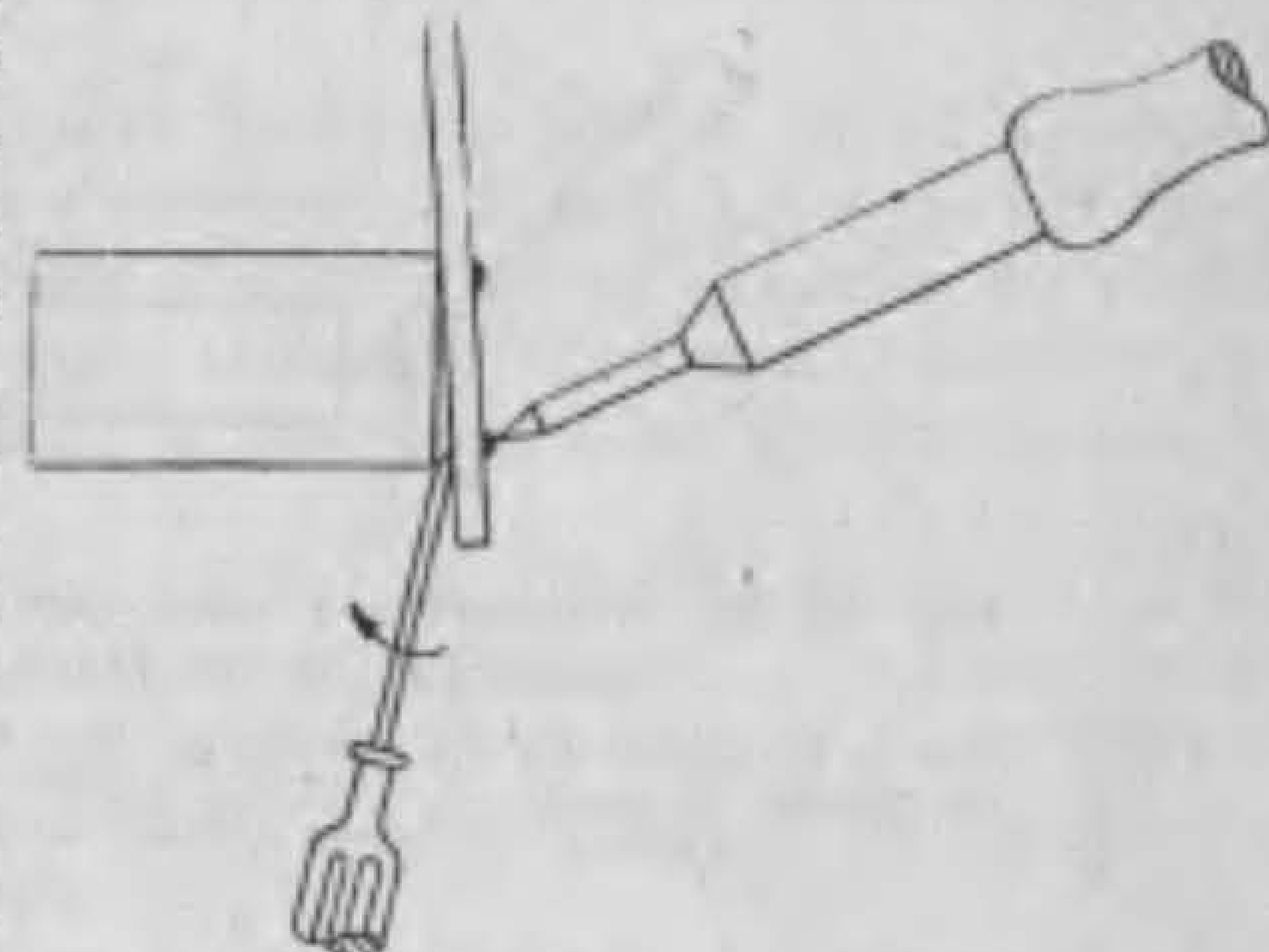


Fig. VI.28. Dezlipirea și scoaterea unei piese de pe placă.

În cazul pieselor fixate în mai mult de două borne, acestea trebuie deslipite și extrase pe rînd, folosind pentru aceasta șurubelnița, care se introduce sub marginea piesei, și borna încălzită se scoate din gaură; se repetă operația cu celelalte borne (fig. VI.28).

În cazul bornelor accesibile a fi trase cu penseta sau cu cleștele lat, acestea se trag ușor în timpul încălzirii lipiturii cu ciocanul de lipit.

Pentru îndepărtarea pieselor verificate ca fiind defecte, dacă lungimea bornelor o permite, acestea se pot tăia cu cleștele la o distanță convenabilă de piesă, fie pentru ca pe

capetele rămase în placă să se monteze piesa nouă, după ce bornele ei au fost îndoite formînd öse, fie pentru a elimina mai ușor restul de bornă din lipitură (fig. VI.29).

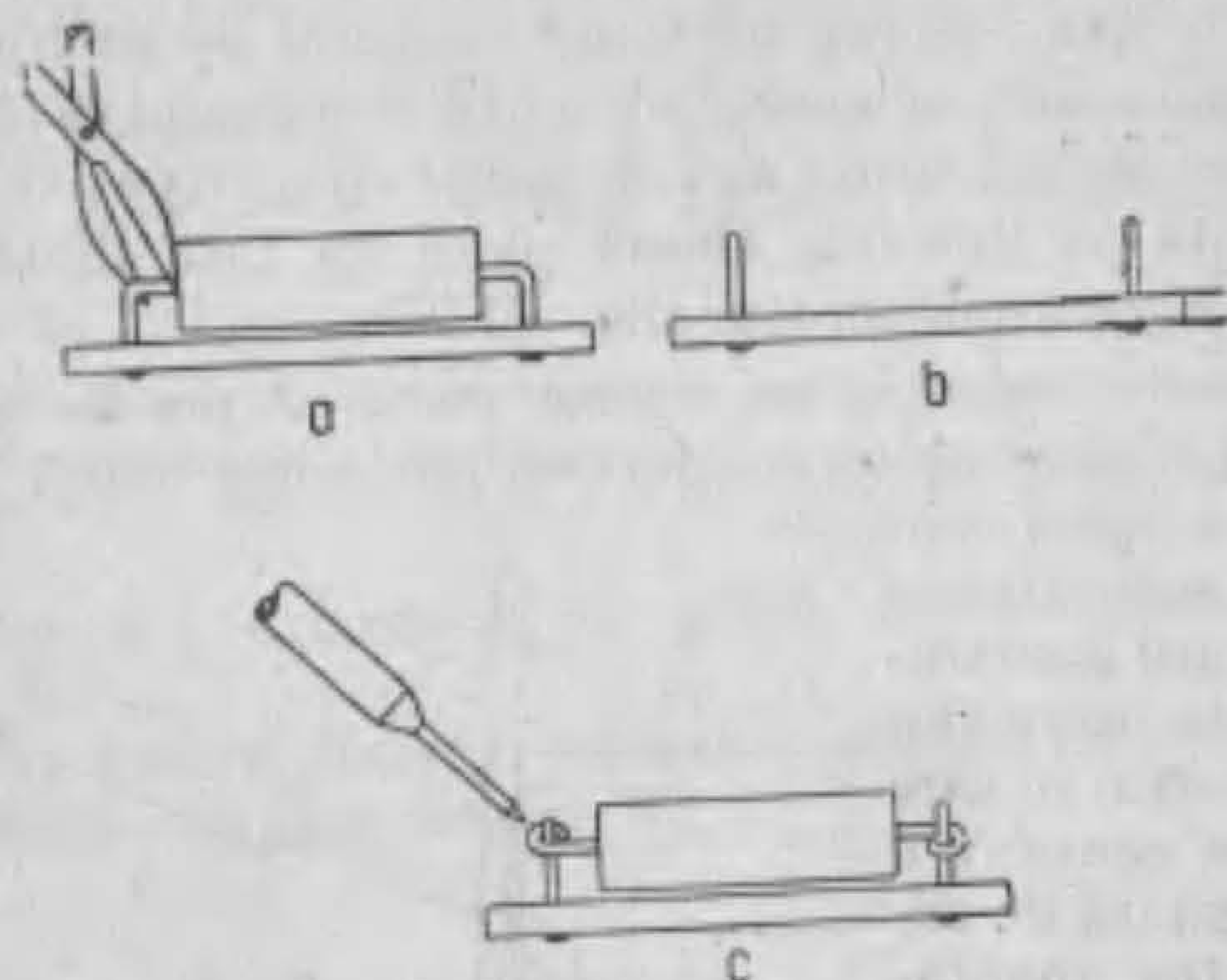



Fig. VI.29. Îndepărtarea unei piese defecte din montajul de pe placă:

a — tăierea bornelor de ieșire; b — capetele de borne rămase în placă; c — fixarea piesei înlocuitoare pe capetele de borne rămase în placă.

### 7. Defecte ascunse și remedierea lor

La unele circuite imprimate ale aparatelor de radio, și mai adesea la radioreceptoarele de buzunar, s-au constatat întreruperi în funcționare, fără a se putea descoperi imediat defectul și s-a observat după o minuțioasă verificare, existența unor fisuri capilare în traseele de foiță de Cu, mai ales cînd acestea erau prea înguste; acest fapt a întărit regula ca traseele să nu se realizeze prea înguste (fig. VI.30).

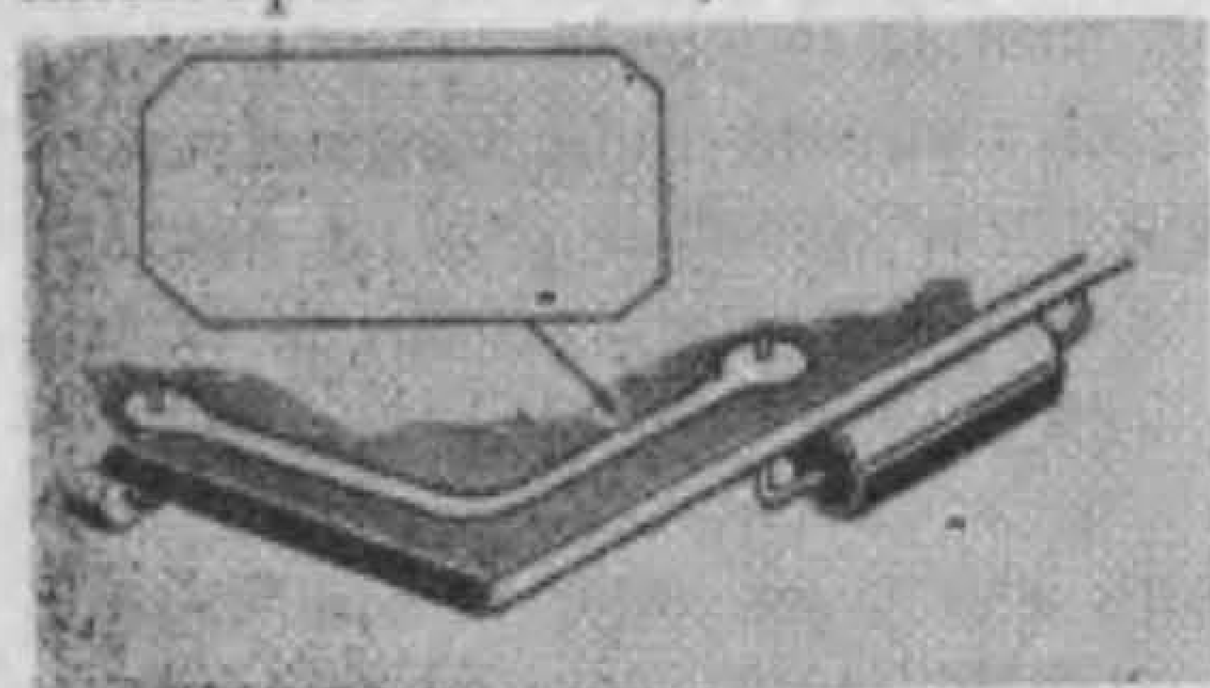


Fig. VI.30. Fisură în traseul imprimat din foiță de Cu.

Cauzele fisurilor pot fi o arcuire (îndoire a plăcii) sau existența unor tensiuni în placă, datorite fie înșurubărilor, fie defectelor de lipire a



foiței pe placă. Punerea în evidență a acestor fisuri este dificilă, întrucît un contact imperfect poate apărea la o anumită solicitare la care este supusă placa (de ex. rotirea axului unui potențiometru, comutare de contacte etc.). În restul timpului capetele foiței de Cu a circuitului imprimat suprapunîndu-se totuși. După descoperirea fisurii, aceasta se curăță atent, se decapează și se umple cu cositor, care să lege eficace capetele întreruperii. Dacă foița s-a desprins pe o porțiune mai mare, porțiunea deslipită se înlocuiește cu conductor de sîrmă de ⌀ 0,4 mm sau mai subțire, care se lipește pe capetele foiței de Cu. Alteori se fac găuri în placă și se realizează o punte dintr-un conductor mai gros.

Pentru a preîntîmpina curbarea plăcii, fie ca urmare a unor defecte de lipire a straturilor sau a foiței de Cu, fie ca efect al greutății pieselor montate pe ea, aceasta se va fixa într-o ramă sau prin niște scoabe în mai multe puncte, spre a-i asigura stabilitatea necesară într-un spațiu redus, în aparatul respectiv.

În capitolul de față s-au dat, în limitele unui spațiu restrins, cîteva indicații pentru reparatori și radioamatori, astfel încît aceștia să poată rezolva cu succes și cu mijloace ieftine unele probleme ridicate de montarea și lipirea pieselor pe circuitele imprimate.

În mod analog se pot prezenta soluții constructive de transpunerea în montaj a unor scheme electrice simple sau mai complexe de radiorecepție pe gamele de UL, UM, US sau pe cea folosită de radioamatori, folosind piesele și tranzistoarele produse în țară.

În viitorul apropiat, plăcile cu circuite imprimate vor deveni un element constructiv și la îndemîna radioamatorilor din țara noastră, cînd fantezia și spiritul creator al acestora își vor putea spune cuvîntul.

## VII. CONTROLUL CALITĂȚII LIPITURILOR

### 1. Controlul preventiv

Calitatea executării operațiilor de montaj cu piese corespunzătoare și respectiv calitatea lipiturilor de îmbinare între variatele elemente ale circuitelor radioelectronice, determină siguranța în exploatare a aparatelor respective.

6—1593

Întrucît procesul de lipire propriu-zis este dependent şi precedat de o serie de operaţii de pregătire cu un volum mare de lucrări şi o durată mai mare decît a lipirii propriu-zise, se impune executarea unui sever control preventiv asupra:

— compoziţiei aliajului de lipit;

— compoziţiei fondantului;

— însuşirea cunoştinţelor teoretice elementare ale procesului de lipire de către operator;

— pregătirea atentă a pieselor şi a subansamblurilor pentru lipire;

— corecta alegere a materialelor şi regimului tehnologic de lipire, astfel încît prin aceasta să rezulte o conductivitate electrică ridicată, o rezistenţă mecanică şi la coroziune corespunzătoare.

La controlul preventiv al îmbinării prin lipire în uzine, participă în egală măsură organele care recepţionează materialele de la furnizorii externi, laboratoarele ce efectuează analizele aliajelor şi fondanţilor, organele de control din secţiile de pregătirea pieselor şi subansamblurilor — toate aceste controale trebuie să se facă în concordanţă cu prevederile normelor interne şi STAS-urilor în vigoare.

Întocmirea unei judicioase documentaţii tehnologice cu defalcarea operaţiilor în mînuiri simple şi comode, prevederea şi asigurarea celui mai potrivit utilaj de control, a cărui cunoaştere şi mînuire să fie bine însuşită de către operator, precum şi dotarea punctelor de control cu scule potrivite, instrucţiuni, modele etc. sînt condiţii premergătoare unui control de calitate eficace.

## 2. Controlul între faze

În procesul tehnologic de asamblare a aparatelor folosind montaje clasice, sau montaje pe plăci cu circuite imprimate, dar la care lipirea se face cu ciocanul de lipit, punctele de control vor fi instalate pe banda transportoare în diferite locuri după efectuarea unui număr oarecare de operaţii de fixare a conductoarelor spaţiale a rezistenţelor, a condensatoarelor şi lipirea lor.

Punctele vor fi astfel dispuse, încît într-un timp egal cu ritmul de bandă controlorul să poată verifica corectitudinea asamblării, calitatea lipiturilor, a rezistenţei mecanice a acestora; se va repartiza spre control un anumit număr de puncte lipite, fiecărui controlor, astfel încît acestuia să-i fie



uşor accesibile şi grupate pe cît posibil. La punctele de control pe bandă, în cazul produselor noi, se vor afişa scheme de cablaj model, cu traseul conexiunilor, orientarea pieselor şi punctele de lipire marcate cu culori.

Controlorul îşi va însuşi toate condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească fixarea conductoarelor, rezistenţelor şi condensatoarelor, diodelor cu Ge, tranzistoare, aşa cum au fost arătate în cap. IV şi în cap. V.6, de care va trebui să se ţină seamă întocmai.

După efectuarea controlului vizual şi prin încercări cu penseta sau cleştele de apucat (şi eventual cu lampa de joasă tensiune în punctele greu accesibile), punctele lipite se vor marca de către controlor cu vopsea de protecţie de o culoare anumită, proprie punctului respectiv de control, cu ajutorul unei pensule; se va folosi de preferinţă vopsea de nitroemail diluat în acetonă pînă la viscozitatea de 6° Engler, sau, în cazul cositoririi selective, chiar lacul protector termorezistent.

Ca prim indiciu vizual al unei lipituri de calitate va fi stratul subţire şi uniform de aliaj de lipit, sub care se poate vedea felul cum piesele sînt fixate mecanic.

Lipiturile înalte, formate din picături de aliaj, pot ascunde lipituri false cu slabă rezistenţă mecanică şi conductivitate electrică scăzută, ca urmare a unei pelicule de fondant nears, rămas sub aliajul de lipit. Acest fel de lipituri pot produce zgomote sau piriituri şi trosnituri în funcţionarea electrică a montajului. Scurgerile de fondant şi solidificarea lui pe conexiuni sau contacte pot produce chiar scurtcircuite cînd s-au impurificat şi cînd contactele sau conexiunile sînt foarte apropiate.

Lipitura trebuie să aibă o suprafaţă lucioasă, fără proeminenţe ascuţite, fără crăpături sau sufluri. Proeminenţele ascuţite dovedesc că lipitura n-a fost „fiartă", adică aliajul n-a ajuns la temperatura de lipire şi deci locul îmbinării n-a fost suficient încălzit, din cauza insuficientei încălziri a vîrfului de ciocan de lipit.

Suflurile şi crăpăturile în aliajul lipiturii dovedesc că piesele de îmbinare s-au mişcat sau montajul a vibrat în momentul lipirii.

Se vor controla atent punctele de îmbinare unde s-au lipit conductoarele de liţă multifilare. Dacă în timpul operaţiei de fixare mecanică a capetelor conductorului de liţă în öse are loc o destrămare uşoară a firelor, aceasta poate necesita mărirea suprafeţei lipiturii, ori pot rămîne fire de liţă

nelipite; capetele proeminente de conductoare sau bornele de ieşire neacoperite cu aliaj de lipit pot da coroziuni în timp, şi de aceea trebuie tunse după lipire cu cleştele de tăiat conexiuni.

Supunerea montajului de ansamblu cu lipiturile efectuate la proba de vibrare şi scuturare poate scoate la iveală existenţa unor lipituri necorespunzătoare. Vibrarea se poate face la frecvenţa de 50 Hz, cu o acceleraţie de 4 g timp de 2—3 min.

Verificarea rezistenţei mecanice a lipiturii se poate face pe epruvete în laborator sau pe lipituri efectuate în producţia de serie. Din practica lipirii în montaje radio a rezultat că rezistenţa mecanică a unei lipituri corecte poate fi verificată prin tragerea cu cleştele lat a conductorului în lungul său, cu o forţă de 0,5 kgf; dacă lipitura nu-şi modifică starea — fapt ce poate fi constatat vizual — atunci lipitura este bună.

Pe măsură ce procesul tehnologic de asamblare şi lipire se desăvîrşeşte, în aceeaşi măsură operaţiile de control se simplifică şi se uşurează.

În practica lipirii în băi cu aliaj sau pe instalaţii de lipire cu jet (valuri staţionare) a pieselor montate pe plăci cu circuite imprimate, se va face un sever control al montajului, atît vizual cît şi cu aparatura de control corespunzătoare. Toate cerinţele unei lipituri de calitate expuse în cazul celor efectuate cu ciocanul rămîn valabile şi aci.

Excesul de aliaj de lipit pe placă, neaderenţe ale cositorului pe contacte, conexiuni, sau pe foiţa de Cu (aşa-numitele pistrui), ţurţurii şi punţile între conductoarele imprimate ori între acestea şi pastilele din jurul găurilor, precum şi scurgerile de fondant pe borne şi găurile din suporturile tuburilor electronice, sînt tot atîtea fenomene ce trebuie înlăturate în urma unui control atent.

În cazul lipirii în băi, unde întregul sistem placă-piese de lipit stă în aliajul topit pe toată durata lipirii şi unde adesea sistemul nu se preîncălzeşte şi ia contact brusc cu topitura, suferind un şoc termic, se va controla în prealabil respectarea prescripţiilor de montaj arătate în cap. IV şi cap. V.6.

### 3. Controlul final

Cînd în urma controlului efectuat se constată că montajul nu corespunde indicilor de calitate, acesta se restituie de către controlor montatorului, cu indicarea defectelor descoperite pentru remediere.



Cu toate operaţiile de control între faze pe parcursul procesului tehnologic sînt posibile cazuri de montare a unor piese electrice cu valori nominale necorespunzătoare, îmbinări greşite etc. Acestea se pot depista măsurînd mărimea rezistenţei electrice a fiecărui circuit în parte, conform schemei de realizare a montajului, cu un ohmmetru.

În general, aceste măsurători de verificare implică conectarea instrumentului la punctele de ieşire ale circuitelor şi citirea pe cadranul acestuia, deci o activitate laborioasă. Se poate reduce volumul acestei munci prin folosirea unor şabloane sau a unor aparate de comparare a circuitului verificat cu unul etalon, cînd diferenţa între parametrii măsuraţi şi cei etalon se compară cu toleranţele admisibile.

În uzinele constructoare de montaje radioelectronice pe plăci cu circuite imprimate, muncitorii şi tehnicienii controlori capătă cu timpul o rutină ce-i ajută să descopere cu uşurinţă greşelile de montaj.

În cazul reparatorilor din atelierele de reparaţii aflate pe teritoriu, în raioanele regiunilor, care fac fie reparaţiile aparatelor aflate în termenul de garanţie, fie al celor în exploatare, aceştia primesc spre reparare diferite aparate, fiecare avînd un montaj diferit, o funcţiune diferită. Pentru a veni în ajutorul reparatorilor, uzinele care realizează montaje electronice pe plăci cu circuite imprimate, pot construi, simplu şi ieftin, pentru fiecare astfel de montaj, un şablon din material izolant şi flexibil.

Acest şablon, care poate avea o suprafaţă egală cu a plăcii şi o grosime de 0,4—0,8 mm, posedă cîte o gaură în dreptul fiecărui punct de îmbinare de pe placă. Există avantajul folosirii aceloraşi matriţe de ştanţare (tăiere şi găurire) cu care se stanţează placa imprimată, al cărei montaj urmează a se verifica cu şablonul respectiv, precum şi masca de lipire în cazul folosirii acesteia.

Pe o faţă a şablonului (de preferat pe faţa cu care se va fixa pe partea cu lipituri a plăcii dacă şablonul este din material transparent) se imprimă, prin metoda offset, de exemplu, desenul schemei de montaj cu conturul rezistenţelor, condensatoarelor etc., care s-au imprimat şi pe faţa plăcii cuprate pe care se realizează montajul (deci al doilea avantaj în realizarea şablonului).

Şablonul prezintă astfel, la o simplă privire, toate elementele din schemă prin simbolurile şi conturul lor.

Pentru uşurinţa orientării reparatorului şi a depistării imediate a unei greşeli în montaj, imprimarea traseelor de circuit, şi eventual şi a conturului pieselor cu simbolurile lor, se face cu mai multe culori, fiecare corespunzînd unei anumite tensiuni (unui anumit gen de curenţi), de exemplu :

— tensiunea de anod şi de grilă-ecran însemnate cu roşu arată ce piese şi ce puncte pe traseele de circuit trebuie să se găsească la această tensiune;

— potenţialul de grilă de comandă, cu verde;

— tensiunea de filament, cu albastru;

— potenţialele de catod şi masă, cu negru.

Pentru lucru, reparatorul aşază şablonul pe faţa cu lipituri a plăcii (şi-l poate fixa uşor de aceeaşi ramă pe care este fixată placa, cu un sistem simplu de scoabe cu arc, cleme sau chiar cu crocodili în 2—3 puncte) mai înainte de a începe căutarea greşelilor, astfel incît fiecare punct de sudură să fie accesibil prin gaura respectivă a şablonului.

Rezultă că aceste şabloane se pot folosi numai cînd placa imprimată este accesibilă în timpul funcţionării electrice a montajului, lucru de care trebuie să se ţină seamă la construcţia aparatelor. Conectînd, prin spioni, la instrumentul de măsură, pe rînd, punctele de îmbinare (accesibile prin găurile şablonului) din circuit, se poate depista uşor greşeala (contacte imperfecte ca urmare a unor lipituri necorespunzătoare sau a unor fisuri ascunse ale traseului imprimat, rezistenţe arse, condensatoare străpunse etc.).

## VIII. TEHNICA SECURITĂŢII MUNCII ÎN PROCESUL DE LIPIRE PE MONTAJE RADIOELECTRONICE

Normele generale de conduită obligatorie, referitoare la organizarea protecţiei muncii, sînt cuprinse în prezent în Codul Muncii, în H.C.M. nr. 1108/1962 şi în Decretul nr. 834/1962.

În procesul de lipire urmează să se ia măsuri de protecţie în: operaţiile de pregătire a pieselor pentru lipire şi operaţiile de lipire propriu-zisă.

### 1. Măsuri de protecţie în procesul de pregătire a pieselor pentru lipire

În operaţiile de pregătire a pieselor pentru lipire (conexiuni, rezistenţe, condensatoare etc.) şi efectuarea montajului



radioelectronic se vor avea în vedere măsurile de protecţie a muncii impuse de mînuirea sculelor mărunte, dispozitivelor şi utilajelor, ca : cleşte de tăiat şi curăţat conexiuni, pensetă, şurubelniţă semiautomată sau acţionată cu aer comprimat, prese de mînă cu acţionare automată sau cu aer comprimat, dispozitive de tăiat, curăţat şi îndoit bornele de ieşire ale pieselor.

Respectînd instrucţiunile de folosire potrivite destinaţiei şi conformîndu-se prevederilor din fişele tehnologice, în ce priveşte ordinea mînuirilor din cadrul fiecărei operaţii în care este defalcat procesul tehnologic, muncitorul nu va fi supus pericolului unui accident de muncă.

În operaţiile de acoperiri metalice a pieselor (şi mai puţin în acelea ale tratării plăcilor-suport pentru imprimarea circuitelor), unde se lucrează în mediu de aer viciat, cu vapori de gaze toxice, umezeală şi praf, se impun măsuri speciale de protecţia muncii.

O serie de compuşi chimici, ca : sărurile de Pb, Cr, apoi cianurile şi fosfaţii, pot irita căile respiratorii, pot produce intoxicaţii sau leziuni pe piele. Pentru aceasta :

— în cazul degresării electrolitice cu alcalii sau cu cianuri a pieselor, se vor lua măsuri speciale de ventilaţie locală a instalaţiei şi generală a încăperii;

— în cazul decapării pieselor în băi de acid sulfuric sau în băi de acid azotic şi acid sulfuric, cînd reacţiile ce au loc pun în libertate vapori nitroşi foarte toxici, se va lucra sub protecţia unei puternice ventilaţii locale:

— în operaţiile de zincare, cadmiere, unde se lucrează cu cianuri de Zn, Na, K, sulfură de Na (NaS), sulfat de cupru ($Cu SO_4$) în care au loc vaporizări ale electroliţilor (mai ales cînd se lucrează la temperaturi înalte), piesele vor fi mai întîi bine spălate de resturile soluţiei de decapare (acidă) pentru a nu forma acid cianhidric, (foarte toxic) în soluţia de cianuri în baie;

— se vor purta mănuşi, şorţuri şi costume de protecţie;

— piesele se vor manevra cu cîrlige şi cleşte;

— se va ventila puternic, atît local cît şi general;

— în operaţiile de pasivizare se vor lua aceleaşi măsuri de protecţie ca la decapare.

## 2. Măsuri de protecţie în procesul de lipire propriu-zisă

În cazul operaţiilor de lipire propriu-zisă se iau măsurile generale şi speciale impuse de exploatarea utilajelor alimentate cu curent electric.

Se ştie că acţiunea curentului electric asupra corpului omenesc este funcţie de: intensitatea curentului; durata acţiunii acestuia; frecvenţa curentului; calea pe care curentul o parcurge în corp.

S-a stabilit că intensitatea maximă periculoasă pentru operator la frecvenţa industrială este de 10 mA în curent alternativ şi 50 mA în curent continuu.

Cu cît durata acţiunii curentului electric asupra corpului omenesc este mai mare, cu atît acesta produce leziuni mai periculoase. În general, pericolul acţiunii curentului electric scade cu creşterea frecvenţei. Cu cît curentul străbate o mai mare parte a corpului, cu atît este mai periculos, afectînd puternic centrii nervoşi şi căile nervoase în general. Acţiunea curentului se manifestă prin traumatisme, provocate de acţiunile mecanice, termice, chimice etc., fie sub formă de leziuni, fie de paralizie, electroliza sîngelui, întreruperea respiraţiei, a funcţiunii normale a inimii etc.

Acestea pot avea loc cînd se ating elementele metalice ale instalaţiei sub tensiune cînd înalta tensiune a pătruns din părţile de înaltă tensiune ale instalaţiei în cele de joasă tensiune sau cînd o proastă izolaţie pune sub tensiune părţi care în mod normal nu sînt sub tensiune.

La deteriorarea izolaţiei electrice a instalaţiilor, în cazul alimentării de la reţeaua electrică, întreaga instalaţie sau o parte a ei se găsesc sub tensiune şi operatorul se găseşte la atingerea ei în contact cu una din faze sub intensitatea curentului dat de relaţia:

$$I = \frac{U}{R_{co}},$$

unde: $U$ este tensiunea între fază şi pămînt;

$R_{co}$ — rezistenţa electrică a corpului omenesc care se consideră, cu aproximaţie, egală cu 1 000 Ω (deşi ea variază în limite largi.



Pericolul poate fi mai mare sau mai mic, după cum reţeaua are conductorul neutru pus la pămînt sau izolat de pămînt.

Pentru a preîntîmpina pericolele, în instalaţiile de lipire se folosesc tensiuni reduse (sub 50 V).

În general, părţile instalaţiei care pot intra sub tensiune prin deteriorarea izolaţiei (deşi aceste părţi nu lucrează normal sub tensiune) se vor lega la pămînt sau la conductorul neutru (după cum acesta lucrează cu conductor neutru izolat faţă de pămînt sau cu el legat la pămînt), printr-o rezistenţă de maximum 4 Ω.

Ciocanul de lipit se alimentează printr-un transformator coborîtor de tensiune între 12 şi 36 V. În cazul folosirii excepţionale a alimentării ciocanului direct de la reţeaua de 110 sau 220 V, acesta se va lega de pămînt.

Mesele de lucru, la locurile de lipire cu ciocanul, se vor acoperi cu material izolant, iar sub picioare operatorul va avea preşuri izolatoare groase de 5 mm sau cel puţin scînduri din lemn uscat.

Mînerul ciocanului de lipit, executat din material izolant, va avea dimensiunea prevăzută în STAS.

Băile de lipire şi instalaţiile cu jet (valuri staţionare) vor fi puse la pămînt şi vor avea instalaţii cu coş absorbant al gazelor şi vaporilor nocivi.

În băi cu topitură nu se vor introduce piese umede sau stropite cu apă, cositorul putînd să sară în stropi şi să provoace arsuri.

Se recomandă ca muncitorii care lucrează la băile de lipire sau la instalaţii cu jet să poarte mănuşi şi costume de protecţie.

Nu se va mînca în preajma instalaţiilor de lipire în funcţiune.

În cazul lipirii cu ciocanul de lipit, se va folosi aliajul tubular (înfăşurat pe mosor fixat la masa de lucru), întrucît folosirea bucăţilor sau a capetelor mici poate provoca arsuri la degete cu ciocanul.

În cazul lipirii cu ciocanul în montaje (aparate) alimentate prin autotransformator (unde legătura între primar şi secundar se face nu numai magnetic, ci şi electric), şasiul montajelor (aparatelor) respective trebuie legat la pămînt.

## BIBLIOGRAFIE


Apuhtin, G. I., Tehnologia lipirii îmbinărilor de montaj în construcţia de aparate, (traducere din limba rusă), Bucureşti, I.D.T., 1959.

Klaus, Schlenzig. Die Anwendung von gedruckten Schaltungen durch den Amateur. În: Radio und Fernsehen, nr. 12, Berlin, 1961, p. 375—378.

Kohan, M., Tauchlöten wärmeempfindlicher Bauelemente. Nachrich-

Лакедемонский, А. В. şi Хряпин В. А., справочник пояльщика машгиз, Москва, 1963.

tentechnik, nr. 12, R.F.G., 1952, p. 475—478.

Lăzăroiu, F. D. şi Popescu Pascal. Problema aliajelor pentru lipit în radiotehnică, Electrocomunicaţii, nr. 4, Bucureşti, 1961, p. 160—170.

Lane, Leonard. Seroicing Transitor Radios and Printer Circuits. L.T.D., London, 1962.

Marcu, N. P., Vasilescu, B. şi Caba, M. Studiul unor aliaje de lipit pe bază de Al, Zn, Pb, Sn, Institutul de Cercetări Metalurgice şi Miniere, Bucureşti, 1960.

Masseho, R., Denudez-vous proprement les fils blindés isoles. În: Radio Constructeur et depaneur, nr. 193, Paris, 1963, p. 308.

Schnabel, R., Prüfschablone für gedruckte Schaltungen. În: Radio und Fernsehen, nr. 16, Berlin, 1963, p. 503—504.

* * * Neues aus Forschung. În: Industrie und Wirtschaft Frequenz, nr. 3, Berlin, 1964, p. 112.

* * * Weichlöttechnik für gedruckte Schaltungen. În: Radio und Fernsehen, nr. 14, Berlin, 1961, p. 434—435.

* * * Gedruckte Lötleisten. În: Funkschau nr. 14, Berlin, 1963, p. 405.

* * * Algemeine Einbauhinweise und vorläufige Lötvorschriften für Halbleiter. În: Radio und Fernsehen, nr. 21, Berlin, 1961, p. 647—649.

* * * Lötzinn Landgerecht, Funkschau nr. 2, Berlin, 1963, p. 49.

* * * Rohrnieren für gedruckte Leiterplatten. În: Funkschau, nr. 3, Berlin, 1964, p. 73.

* * * Lötstützpunkte und Miniaturschaltungen. În: Funkschau, nr. 7, Berlin, 1963, p. 185.


## TABLA DE MATERIE

Redactor responsabil: Ing. VARIA MIHAI
Tehnoredactor: NEGREANU BETTY

*Dat la cules 20.07.1964. Bun de tipar 11.09.1964. Apărut 1964. Tiraj 20000+140. Broșate. Hîrtie semi velină de 63 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 5,01. Coli de tipar 5,75. A. 10586/1964. C. Z. pentru bibliotecile mari 621.791. 34 : 621.396. C. Z. pentru bibliotecile mici 621*

Tiparul executat la Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918", str. Grigore Alexandrescu nr. 93–95, București — R.P.R. comanda nr. 1593